Die Belemniten des Schwäbischen Lias α-γ im Dünnschliff

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Philosophischen Fakultät

der

Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

Benjamin Burlon

aus Camino di Codroipo

Marburg-Lahn 1937

Universitäts-Buchdruckerei Joh. Aug. Koch (Dr. C. Hitzeroth)

Als Dissertation angenommen am 31. Januar 1936.
Berichterstatter: Dozent Dr. Tripp.
Mitberichterstatter: Prof. Dr. Wedekind.
Tag der mündlichen Prüfung: 19. Februar 1936.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Inhalt.

Seite

A. Bauplan und Bauelemente der Belemniten 1
B. Literaturgeschichte 6
C. Zweck der Arbeit 10
D. Material und Methode 10
E. Vergleichende Betrachtung mit den in der Literatur bekannten Belemniten des Lias α-γ 14
F. Beschreibung der Tafeln mit Hilfe der Meßtabellen 20

Anhang

G. Meßtabelle, Literaturverzeichnis und 8 Tafeln

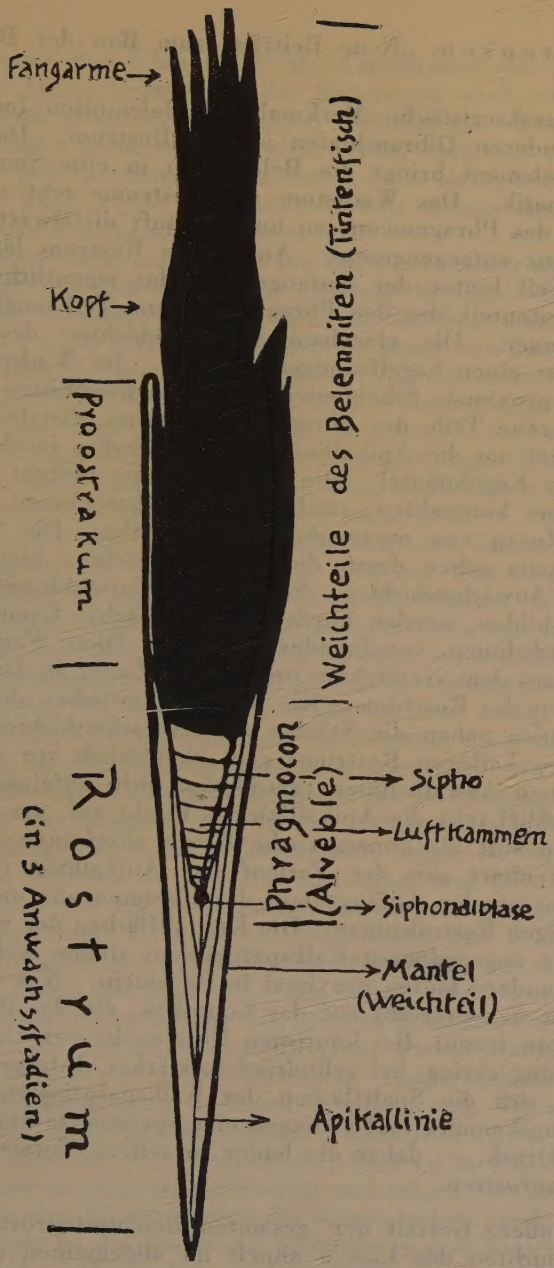
A. Bauplan und Bauelemente der Belemniten.

Die Belemniten sind eine ausgestorbene Tiergruppe aus der Klasse der Kopffüßler. Von ihnen finden sich nur bestimmte Hartteile gut und zahlreich erhalten. Über die Weichteile und ihre Beschaffenheit ist nur wenig bekannt. Entsprechende Abdrücke sind sehr selten und lassen sichere Bestimmungen nicht zu. Daher sollten Rekonstruktionen im Vergleich mit rezenten Kopffüßlern das unzulängliche Fossilmaterial ergänzen. Die Textfigur 1 zeigt die jüngste, von Naef (1922) abgebildete Rekonstruktion eines Belemnitentieres in vereinfachter Form. Die ersten noch unsicheren Angaben über fossil erhaltene Weichteile von Belemniten machte Buckland (1829). Er fand im englischen Lias Abdrücke des Proostracums (vgl. Textfigur 1), in denen er die Umrisse eines Tintenbeutels feststellte und zum ersten Male mit den in diesen Schichten sehr häufigen Belemniten in Beziehung brachte. Zur gleichen Auffassung gelangte Agassiz (1835), der bei zwei Belemniten das Proostracum in Verbindung mit dem Rostrum vorfand und in beiden ebenfalls Abdrücke eines Tintenbeutels erkennen konnte. Ähnliche Funde aus Schwaben beschreibt v. Meier (1832). In dem Bestreben, die Belemniten näher zu klassifizieren, rechnet sie Buckland (1856) auf Grund dieser Tatsachen zu den „nackten" Cephalopoden oder Dibranchiaten zur Unterscheidung von den Tetrabranchiaten oder Cephalopoden mit einer Außenschale, zu denen die Ammonoidea und Nautiloidea gehören. Die wenigen Belemniten, bei denen sämtliche Hartteile miteinander in Verbindung stehend, erhalten geblieben sind, wurden von Mantell (1848) und Huxley (1864) abgebildet und zuletzt von Naef (1922) wiedergegeben. Sie sind ein Hilfsmittel bei der Rekonstruktion der Belemnitentiere, da die heute noch lebenden Dibranchiaten diese Hartteile nicht mehr besitzen. An Weichteilen der Belemniten ist fossil nur wenig erhalten geblieben. Es sind dies die erwähnten seltenen Abdrücke von einem Tintenbeutel aus dem Proostracum und einzelne Funde mit Andeutungen von Fangarmen, an denen Häkchen gesessen haben. Die Angaben über die Anzahl der Fangarme schwanken zwischen 6 bei Crick (1902) bezw. Abel (1916) und 10 bei Naef (1922). Während Abel und Crick nur mit Häkchen besetzte Fangarme annehmen, ist Naef und auch Prell (1922) der Ansicht, daß ebenfalls nur mit Saugnäpfen besetzte Fangarme vorhanden gewesen seien.

Zum Bauplan der Belemniten gehören als Hartteile: das Proostracum, der Phragmocon und das Rostrum. Diese zeichnen sich, wie die Bauelemente aller Cephalopoden, durch einen bilateral-symmetrischen Bau aus.

Das Proostracum liegt auf dem Rücken des Tieres und bildet die proximale Fortsetzung der Rückenseite des Rostrums. Es ist zungenförmig gebaut und reicht weiter über den Phragmocon hinaus nach vorn. Bei den rezenten Tintenfischen entspricht es dem Schulp. Rostralwärts geht es nicht in das Rostrum, sondern in die Conothek über (vgl. Abel, Figur 67). Die Conothek wird von mehreren dünnen Schalenlamellen gebildet, die den Phragmocon umgeben und von dem Rostrum trennen. Die Zeichnungen auf der Außenseite des Phragmocons rühren ebenfalls von der Conothek her.

Der Phragmocon stellt eine konische, gekammerte Schale dar. Er ist gewöhnlich gerade gestreckt. Nur gelegentlich zeigt sich eine leichte Krümmung zur Bauchseite hin. Der Querschnitt durch den Kegel ist rund bis leicht elliptisch. Der Phragmocon bildet ein Gerüst, das aus der Außenschale, den Kammerwänden und dem Sipho besteht. Der Spitzenwinkel schwankt zwischen 10 und 38 Grad. Die tatsächliche Länge des Phragmocons ist zumeist unbekannt, denn nur der im kompakten Rostrum steckende Teil bleibt bei der Fossilisation erhalten. Das Wachstum des Phragmocons schilderte Appellöf (1893). Es geht von der Anfangskammer aus und setzt proximal neue Kammern an. Die Anfangskammer ist kugelig, woher auch der Name Anfangsblase kommt, und zeigt oft eine recht deutliche Neigung zur Bauchseite hin. Die weiteren Kammern setzen sich an die Anfangsblase an und nehmen gleimäßig an Größe zu. Sie werden voneinander durch uhrglasförmige Kammerwände getrennt und sollen nach Abel (1916) zu Lebzeiten des Tieres mit einem gasförmigen Stoff gefüllt gewesen sein. Durch sämtliche Kammern hindurch werden die vorn liegenden Weichteile mit der Anfangskammer durch einen schmalen Kanal (den Sipho) verbunden. Er zieht gradlinig senkrecht durch die Kammerwände, die ihn perlschnurartig einengen. Bei den Belemniten zeichnet er sich durch einen hart randlichen, der Bauchseite genäherten Verlauf aus. Kurz vor der Anfangskammer rückt der Kanal, ohne aus der Symmetrieebene abzuweichen, in eine zentralere Lage. Die ursprünglische Struktur der Gerüstteile wurde durch die Fossilisation verändert. Eine bituminöse Schalenlamelle deutete darauf hin, daß die heute meist kalkigen Bauelemente einst von einem organischen Bestandteil überzogen waren. Speziellere Untersuchungen über den Bau des Phragmocons und seiner Bestandteile finden sich in Grandjean: „Le sipho des Ammonites et des Bélemnites“ (1910) und


Fangarme
Kopf
Proostrakum
Rostrum
(in 3 Anwachsstadien)
Weichteile des Belemniten (Tintenfisch)
Phragmocon
(Alveole)
Sipho
Luftkammern
Siphonalblase
Mantel
(Weichteil)
Apikallinie

Tafel I.

in Christensen: „Neue Beiträge zum Bau der Belemniten" (1925).

Das charakteristische Merkmal der Belemniten im Vergleich mit den anderen Dibranchiaten ist das Rostrum. Dieses eigenartige Bauelement bringt die Belemniten in eine Sonderstellung der Systematik. Das Wachstum des Rostrums setzt an der Anfangsblase des Phragmocons an und verläuft distalwärts, dem des Phragmocons entgegengesetzt. An diesem Rostrum läßt sich ein massiver Teil hinter der Anfangsblase, das eigentliche Rostrum, und der Seitenteil, der den Phragmocon zum Teil umgibt, voneinander trennen. Die einzelnen Anwachsschichten des Rostrums haben meist einen kegelförmigen Bauplan. Im Wachstumsprozeß greift der proximale Scheidenteil der Anwachsschichten um immer höher gelegene Teile des Phragmocons herum, distalwärts wächst das Rostrum um die Apikallinie als Zentralachse infolge Auflagerung neuer Kegelmäntel. Die Rostralbildung besteht im fossilen Zustand aus kompakten, strahligen Kalkspatprismen mit einem geringen Zusatz von organischen Bestandteilen. Die Spaltflächen des Kalkspats gehen durch die Anwachsschichten hindurch. Die einzelnen Anwachsschichten, die sich im Entwicklungsprozeß des Rostrums bilden, werden durch dunkel gefärbte Grenzlinien, den sog. Anwachslinien, voneinander getrennt. Diese Farbtönung erklärt sich aus dem verstärkten organischen Zusatz an den jeweiligen Oberflächen des Rostrums. Die Abstände zwischen den einzelnen Anwachslinien geben die Stärke der Anwachsschichten an. Der Aufbau des kalkigen Rostrums geht rhythmisch vor sich, so daß die einzelnen Anwachslinien verschieden dicht aufeinander folgen. Im Querschliff tritt die Apikallinie als Punkt auf, um den die Anwachslinien sich als konzentrische Ringe abzeichnen. Im Längsschliff offenbart sich der Verlauf der Apikallinie im Rostrum. Sie beginnt an der Anfangsblase des Phragmocons und verbindet die jeweiligen Rostralspitzen. Die Kristallflächen der radial um die Apikallinie angeordneten Kalkspatprismen stehen nicht senkrecht auf ihr, sondern laufen proximal in sie hinein. Nur im Scheidenteil stehen sie senkrecht auf der Conothek, die das Rostrum vom Phragmocon trennt. Bei konischen Rostren ist der Unterschied in der Richtung gering, bei zylindrischen stärker. Infolgedessen überschneiden sich die Spaltflächen der Kalkspatprismen im Bereich der Anfangskammer und bedingen eine verringerte Stabilität gegen äußeren Druck, — daher die leider so seltene Totalerhaltung der Belemnitenrostren.

Die äußere Gestalt der gesamten Belemnitenrostren aus der Arietenschichten des Lias α ähnelt im allgemeinen einem gleichmäßig spitz zulaufenden Kegel. Der Phragmocon reicht nicht sehr weit in diesen Kegel hinein. Das eigentliche Rostrum bleibt sehr

klein, während der Scheidenteil als Kegelmantel die Hauptmasse einnimmt. Diese Grundform des Spitzkegels wird auch bei den stratigraphisch jüngeren Belemniten beibehalten. Dort läuft die Kegeloberfläche zumeist nicht gleichmäßig spitz zu, sondern die Kegelspitze geht proximal in ein mehr oder weniger zylindrisches Mittelstück über. Eine Sonderentwicklung zeigen dann noch die zur Keulenform neigenden Rostren.

An äußeren Merkmalen sind die Belemniten sehr arm, nur das Kennzeichen der Furchen kann genannt werden. Schon lange wurde daher versucht mit ihrer Hilfe in der Systematik weiterzukommen. S t o l l e y (1919) hat drei Gruppen von Furchen unterschieden: Spitzenfurchen, Alveolarfurchen und Seitenlinien. Die Lage der Spitzenfurchen beschränkt sich auf die Rostralspitze. Ein Paar dieser Furchen wird erstmalig bei gewissen Formen des Lias γ deutlich und zeigt eine dorsolaterale Linienführung. Neben diesem charakteristischen Paar können manchmal zahlreiche kleinere Fältchen auftreten, die aber nicht so weit hinaufreichen. Die Alveolarfurchen gliedern den Scheidenteil des Rostrums, kommen aber bei den Belemniten des Lias nicht vor. Die sog. Seitenlinien stellen keine tatsächlichen Linien dar; sie sind als seitliche Abflachungen des zylindrischen Teils der Rostren zu bezeichnen und treten meist dorsolateral, aber auch verlagert bis zu einer ventrolateralen Lage, auf und verleihen dem Querschliff eine ovale bis quadratisch runde Form. Furchen im eigentlichen Sinne sind sie nicht, da sie bei den Formen des Lias nie scharf in das Rostrum einschneiden. Dies kommt auch in der Namengebung zum Ausdruck. An der Stelle, wo der zylindrische Teil des Rostrums in die Rostralspitze übergeht, gleiten auch die Spitzenfurchen in die seitlichen Abflachungen hinein. Der Mangel an äußeren Merkmalen führte zu dem Versuch, den inneren Bauplan in die Betrachtungen und Untersuchungen einzubeziehen. Als ein Kennzeichen des inneren Aufbaues ist das „Embryonalrostrum“ S t o l l e y s (1911) anzusehen. Dieses ist eine deutlich unterschiedene Anfangsform des Rostrums der Kreidebelemniten. Damit hat S t o l l e y den ersten Schritt getan, um die Bedeutung einer Untersuchung der inneren Bauelemente und deren Vergleich für die Systematik auszuwerten, worauf nochmals A b e l (1916) und S t o l l e y (1919) hinwiesen. Trotzdem blieb eine wissenschaftliche Bearbeitung in dieser Richtung aus. Tiefer gehende systematische und phylogenetische Untersuchungen erfordern Massen an Objekten. Zwar finden sich Rostren in ungeheurer Anzahl, doch sind sie zumeist zerbrochen und zeigen den inneren Aufbau nur teilweise. Dadurch wird die Sammelarbeit erschwert. Aber noch mühsamer ist die praktische Herstellung und Bearbeitung der großen Zahl der erforderlichen Dünnschliffe.

Der Längsschliff in der Symmetrieebene des Rostrums zeigt bei den meisten Formen eine azentrale Lage des Phragmocons. Die

Spitze des Phragmoconkegels ist der Bauchseite des Rostrums genähert, die Anwachslinien treffen daher auf der Bauchseite unter einem kleineren Winkel am Phragmocon auf als an der Rückenseite. Bauch- und Rückenlinien sind die Schnittlinien der Symmetrieebene mit der Oberfläche des Rostrums und werden im Längsschliff sichtbar. Die Bauchlinie, die äußerste Anwachslinie der Bauchseite, ist größtenteils durch einen gleichmäßig geraden Verlauf gekennzeichnet, nur an der Spitze findet eine leichte Umbiegung zum Rücken hin statt. Die Rückenlinie ist gewöhnlich stärker gewölbt. Die Deutlichkeit der Anwachslinien ist sehr verschieden. In Belemniten, deren Scheidenteile sehr gut und vollständig erhalten sind, reichen Bauch und Rücken der Rostralbildung zungenförmig weiter auf den Phragmocon hinauf als auf den Flanken. Die Formen des Rostrums während der aufeinanderfolgenden Wachstumsstadien sind verschieden großen Umwandlungen unterworfen, je nach dem Gang der überindividuellen Abstammung bzw. Weiterentwicklung. Der Phragmocon wird bei den Belemniten nur selten in guter Erhaltung vorgefunden. Eine Ausdehnung der Untersuchung auf dessen Wachstumsverhältnisse und ein etwaiger Vergleich mit denen des Rostrums kann daher nicht durchgeführt werden.

B. Literaturgeschichte.

Der Name „Belemnites“ wird von Agricola (1546) zum erstenmal erwähnt. Die Deutung der Fossilien als Reste organischen Lebens stand aber in der Unklarheit damaliger Vorstellungen über Vorgänge in der Natur noch nicht fest. Der Name besagt schließlich auch nur, daß es sich um eine Gesteinsform handelt, die einem Geschoß ähnlich ist. Die Unsicherheit in der Erklärung dieser Formen geht auch aus den volkstümlichen Namen „Donnerkeil“, „Teufelsfinger“, „Rappenkegel“ usw. hervor.

Als Tierreste wurden die Belemniten von Lister (1678) erkannt und als Belemnites niger beschrieben. Eine nähere Bestimmung gelang Ehrhardt (1724), der in dem Phragmocon ein den Schalen von Nautilus und Spirula entsprechendes Bauelement sah und damit die Cephalopodennatur der Belemniten bewies. Nachdem Linné (1735) sein „Systema naturae“ aufgestellt hatte, versuchten die Paläontologen der folgenden Zeit in gleicher Weise die Fossilien und natürlich auch die Belemniten in das biologische System einzuordnen. Die von Linné eingeführten systematischen Grundbegriffe wurden zunächst beibehalten. Die Einordnung der Belemniten in die Klasse der Kopffüßler brachten die Arbeiten von Schlotheim (1813), Miller (1823), Blainville (1827), Voltz (1830 u. 36), Buckland (1836) und D'Orbigny (1839) zu einem gewissen Abschluß. Seitdem

erscheinen sie unter den Dibranchiaten oder „nackten" Cephalopoden als Sondergruppe neben den Sepien und Loliginiden. Die Grundlage dieser Einteilung bildete die Erkenntnis, daß die Rostren Reste innerer Hartteile sind und die Abdrücke im Bereich des Proostracums auf das Vorhandensein von Tintenbeuteln schließen lassen. Eine zusammenfassende Darstellung des ganzen bis dahin untersuchten Belemnitenmaterials führte Quenstedt (1846—49) innerhalb seiner Arbeit „Cephalopoden" durch. In seinen wissenschaftlichen Untersuchungen verfolgte er aber ganz andere Ziele als seine Vorgänger. Die binäre Nomenklatur wurde in eine trinäre umgewandelt. Neben die Bezeichnung der Verwandtschaft innerhalb des Tierreiches (Gattungsnamen) und die der äußeren Form usw. (Artnamen) kommt bei ihm als neues Moment die stratigraphische Benennung hinzu. Ein Beispiel mag den Wert erläutern, den er dieser Einteilung beilegte. Ueberschreiten die zu einer Art vereinigten Formen des Belemnites paxillosus Schlotheim die Grenze seiner Schichteneinteilung des Lias γ zum Lias δ, so traf Quenstedt die Unterteilung in Belemnites paxillosus numismalis für die Formen aus den Numismalismergeln (Lias γ) und in Belemnites paxillosus amalthei für die in den Amaltheentonen (Lias δ) gefundenen Belemniten. Neben der sehr genauen stratigraphischen Grenzziehung wird aber von Quenstedt die exakte morphologische Beschreibung der einzelnen Gruppen keineswegs vernachlässigt. Viele gute Abbildungen erhöhen dabei den Wert seiner Untersuchungen. Die folgenden Arbeiten anderer Autoren über Belemniten geben wenig mehr als neue Systeme, in die eingeteilt wird. Darwins Abstammungslehre (1859) gab der Paläontologie ein neues Forschungsgebiet. Das Problem der neuen Untersuchungen behandelt die stammesgeschichtlichen Zusammenhänge zwischen den einzelnen Arten. Die neuen Funde förderten dabei eine Unmenge von neuen Arten zutage. Die scharfen Grenzen, die ursprünglich durch fehlendes Material verständlich waren oder durch die Aufstellung von Arttypen hervorgerufen wurden, ließen sich immer schwerer einhalten. Bayle (1878) gliederte die Belemniten in fünf Gattungen; Mayer-Eymar (1863 u. 1883) teilte sie dagegen nur in zwei Gattungen ein, schuf aber dafür einige Untergattungen. Da seine Unterscheidung in den Gruppen sich sehr stark nach den vorhandenen oder fehlenden Spitzenfurchen richtete, wurden oft die heterogensten Formen in den untergeordneten Gruppen zusammengefaßt. Seine Einteilung hält sich erstmalig nicht an die übliche von Linné übernommene biologische Nomenklatur, sondern geht von Gattungen bzw. Untergattungen zu „Stammzweigen" und führt von da zu „Formenreihen". In eine Formenreihe stellte er Arten hintereinander, die in späteren Systemen in verschiedenen Gattungen zu finden sind. Ihm selbst kommen bereits Bedenken über

die Vollkommenheit seiner Einteilung, u. a. zweifelt Mayer an dem natürlichen Zusamenhang einiger Stammzweige und fürchtet, zu wenig Formenreihen und zuviel Arten unterschieden zu haben. Damit bekannte er, daß die Unzahl von Arten den natürlichen Zusammenhang nur verschleiert. Bereits von Zittel (1881 bis 1885) sprach sich gegen diese Klassifikation der Belemniten aus und ließ die „natürliche Gattung Belemnites" ungetrennt. Ebenfalls glaubte er nicht an die hohe Bedeutung der Dorsolateralfurchen für die Systematik. Seine Einteilung macht aus der Gattung Belemnites zunächst 7 „Sektionen", in die die Arten eingeordnet sind. Die äußere Gestaltung des Rostrums dient als wichtigstes Unterscheidungsmerkmal. Da aber gewisse Extremformen nicht in die Sektionen passen, werden weitere 6 Gruppen angeschlossen. Neumayr (1889) glaubte nach Deslongchamps und Munier-Chalmas noch eine besondere Ostracumlamelle in dem ventralen Alveolarschlitz zu sehen und legte derselben sogar große Bedeutung für die Systematik bei. Böhm (1907) und Stolley (1919) widersprechen dieser Auffassung und bestreiten sogar das Vorhandensein dieses Merkmals. Die Systeme von von Zittel und Neumayr vereinigte Pavlow (1891/92) und modifizierte seine Neueinteilung durch neue Namen. Er gliedert die Belemnoidea in 7 Familien, von denen die Familie der Belemnitidae wieder in 5 Gattungen zerfällt. Nach Douvillé (1892) stellt die Phylogenie der Belemnitiden eine große zusammenhängende Entwicklungsreihe dar. Die verschiedene Ausbildung der Ventralfurchen charakterisiert die Entwicklung in dieser Reihe. Da Douvillé nur mit diesem einen Merkmal arbeitet, ist es für Munier-Chalmas ein Leichtes, ihn zu widerlegen. Die zuerst getroffene Einteilung gab von Zittel 1895 selbst auf, indem er nunmehr auf die Systematik von Bayle (1878) zurückgriff. Er ließ zwar die Gattung Belemnites noch immer ungetrennt, schuf aber dafür eine Menge von Untergattungen, die zum Teil von Bayle übernommene Gattungsnamen tragen. Schließlich zeigte Steinmann (1910) in seiner Phylogenie der Belemnoidea noch eine neue Betrachtungsweise. Die Summe der damals bereits auf die Zahl von etwa 350 angewachsenen Arten konnten dem Geologen im Gelände nichts nützen. Er war gezwungen, auf Quenstedt zurückzugreifen. Die Unzulänglichkeit der alten Untersuchungen erkannte Stolley (1911) und ging an eine Neubearbeitung der Belemniten der unteren Kreide. Bei seinen Massenuntersuchungen diente ihm nicht ein bestimmtes Kennzeichen zur Unterscheidung. Er versuchte erstmalig aus dem Zusammenspiel aller Merkmale heraus die aufgestellten Arten von Belemniten klar und scharf zu charakterisieren. Es gelang ihm auf diese Weise, die äußerst variablen Formen der Belemniten der unteren Kreide Norddeutschlands in eine neue und bessere Ordnung zu fassen. Bei der Suche

nach geeigneten Merkmalen mußte er schließlich feststellen, daß mit den wenigen erfaßbaren äußerlichen Unterschieden nicht durchzudringen war. Beim Übergang zur Untersuchung des inneren Aufbaus wurde er gezwungen, die Belemnitenrostren aufzuspalten, soweit sie nicht schon aufgebrochen vorgefunden wurden. Bei dieser Arbeit erkannt er die von ihm „Embryonalrostrum" genannte Erscheinung im Aufbau des Rostrums. In den Abbildungen beschränkte sich Stolley nicht nur auf die Darstellung einzelner Typen, er versuchte vielmehr gleichzeitig die Mannigfaltigkeit in den Formen wiederzugeben. Werner (1912) ging u. a. daran, die einzelnen Arten durch Vermessungen zu unterscheiden. Er fand aber nicht die gesuchten scharfen Grenzen, vielmehr mußte er sehr oft feststellen, daß die einzelnen aufgestellten Arten durch Übergänge mehr oder weniger miteinander verbunden sind. Werner bearbeitete die „unteren Belemniten" Quenstedts aus dem Lias und Dogger und hielt es aus Bestimmungszwecken für angebracht, ähnliche Formen so in Gruppen zusammenzufassen, wie sie zumeist auch phylogenetisch einander nahe stehen dürften. Das „Embryonalrostrum" Stolleys bekam durch Abel (1916) eine besondere Bedeutung. Zwar will Abels Paläobiologie nur die Lebensweise der Belemniten erfassen und überzeugend klarlegen, doch kam er mit Hilfe der bis dahin vorliegenden Erkenntnisse und Abbildungen über den inneren Bau der Belemniten zu einer gänzlich neuen Systematik. In den Rostren der Abbildungen erkannte er verschieden geformte Jugendstadien. Da Stolley (1911) in der Beschreibung der „Embryonalrostren" auf die Bedeutung der inneren Bauelemente einging, gelangte Abel (1916) auf Grund der Extremformen in den genannten Jugendstadien der Rostren zu einer scharfen Zweiteilung aller Belemniten in solche mit konischen (Conirostridae) und solche mit keulenförmigen (Clavirostridae) Jugendrostrum. Die beiden Gruppen sollen dabei entwicklungsgeschichtlich nur entfernte Beziehungen zueinander aufweisen. Diese Einteilung ist mit dem wirklich vorhandenen Material mit all seinen Übergängen aber nicht in Einklang zu bringen. In äußerst scharfer Weise wies denn Stolley (1919) dieses Ergebnis der Abel'schen Untersuchung zurück und stellte es als Erzeugnis einer Eingebung hin, die offenbar nicht aus einer gründlichen Bearbeitung am Material selbst stamme. Die neu aufgestellte Belemnitensystematik von Stolley (1919) bringt eine grundlegende Revision aller bis dahin vorgenommenen Einteilungen, räumt aber mit dem ungeheuren Ballast der Synonyma noch nicht auf. Etwas später hatte Naef (1922) die Belemniten einer paläozoologischen Sichtung unterworfen und eine neue Systematik getroffen, die wieder von derjenigen Stolley's verschiedentlich abweicht. Stolley (1925) ging daher noch einmal auf diese Umgruppierung ein und wies sie zurück. Schließlich ist die Arbeit

von Lang (1928) über die Belemniten des mittleren Lias von Charmouth (England) erwähnenswert. Diese Untersuchung bringt eine Anzahl neuer Arten und zwei neue Gattungen hervor. Sie beschränkt sich im übrigen auf die Beschreibung der gefundenen Rostren und ihre Einreihung in die von Naef aufgestellte Systematik. Durch die ganze Literatur über die Belemniten geht wie ein roter Faden der Kampf um die „natürliche" Systematik. Die überaus große Formenmannigfaltigkeit zwischen den Arten und Gattungen läßt überall gleitende Übergänge erkennen sobald eine Untersuchung an ausreichend großem Material vorgenommen wird.

C. Zweck der Arbeit.

Die Belemniten des Schwäbischen Lias haben auf Grund ihrer äußeren Merkmale durch Quenstedt 1846/49 und zum Teil durch Werner (1912) wohl eine eingehende Bearbeitung erfahren, doch konnte sie nicht als zufriedenstellend betrachtet werden; denn Stolley schrieb noch 1919: „Doch bleibt über den Gang, welchen ihre (der Belemniten) Entwicklung vom unteren Lias bis zum oberen Dogger genommen hat, und über die Art, wie sie untereinander enger verknüpft sind, noch viel zu erforschen übrig." Der Zweck der vorliegenden Arbeit soll es sein, die Belemniten des Lias α—γ stratigraphisch und dynamisch zu untersuchen und systematisch zu ordnen. Die Untersuchung der Entwicklungsdynamik aller Formenmannigfaltigkeiten der Belemniten wird an Schliffpräparaten der Rostren vorgenommen, die den Aufbau und den Gang des Wachstums aufzeigen.

D. Material und Methode.

Das untersuchte Belemnitenmaterial wurde in den Jahren 1933 und 1934 unter der Führung von Herrn Dozenten Dr. Tripp im gesamten unteren Lias Schwabens gesammelt. Die zahlreichen auserlesenen Belemnitenrostren von einigen tausend Stück waren zunächst nach Fundort und Fundschicht zu kennzeichnen und sorgfältig zu ordnen. Dann wurde unter Berücksichtigung der äußeren Form mit all ihren Kennzeichen eine Zusammenstellung getroffen, die damit einer morphologischen Analyse gleichkam. Hierbei zeigte sich sofort die Notwendigkeit diese Anordnung durch eine vergleichende anatomische Untersuchung weiter zu klären. Äußerlich ähnliche Formen haben nämlich oft einen verschiedenen inneren Aufbau. Um an diesen heranzukommen und ihn klarzulegen, war es unerläßlich, Dünnschliffe zu verwenden. Es wurden Längsschliffe in der Symmetrieebene durch das Rostrum

und Querschliffe senkrecht dazu hergestellt. Die im Geologisch-paläontologischen Institut der Universität Marburg vorhandenen technischen Einrichtungen begünstigten die Bearbeitung des Materials in dieser Richtung. Zu den praktischen Arbeiten der durch Herrn Professor Wedekind bei den Untersuchungen von Korallen eingeführten Schliffmethode gab mir Herr Buchhammer die nötigen Anleitungen. Da es unmöglich ist, aus ein und demselben Rostrum gleichzeitig Längs- und Querschliffe herzustellen, mußten aus dem vorhandenen Material immer zwei äußerlich nahezu gleiche Stücke ausgewählt werden. Der Längsschliff schneidet die Anwachsschichten in den wesentlichen Bauelementen der Anwachslinien. Diese stellen in ihrer Aufeinanderfolge von innen nach außen die Entwicklungsgeschichte des Individuums dar und zeigen vor allem die Umgestaltung der Anwachsschichten mit dem Alter. Weiter läßt sich auch der Verlauf der Apikallinie erkennen, die meist von der Winkelhalbierenden des Phragmoconwinkels abweicht und dazu noch sehr oft gekrümmt ist. Die Furchen und seitlichen Abflachungen haben auf das Bild des Längsschliffes keinen direkten Einfluß. Die Menge der hergestellten Längsschliffe diente dann einer neuen Anordnung unter Beachtung des inneren Bauplanes. Alsdann ist ebenfalls der Vergleich der beiden Zusammenstellungen gegeben, von denen die eine nach der äußeren Form und die andere nach dem inneren Bauplan erfolgte. Bei der Auswahl zum Schleifen wurde weniger Wert auf die Berücksichtigung der Häufigkeit gleicher Formen als auf die Gestaltung der Formenunterschiede in der Formenumwandlung gelegt. Die gesamte Mannigfaltigkeit der Belemnitenrostren war möglichst vollkommen zu erfasssen. Die Querschliffe wurden zunächst serienweise angesetzt und das Rostrum in Scheiben zerlegt, um Veränderungen der Form senkrecht zur Wachstumsachse bezw. Apikallinie aufzuzeigen. Es ergab sich aber bald, daß ein Dünnschliff in der Nähe der Rostralspitze und einer kurz hinter der Anfangsblase des Phragmocons den gestellten Anforderungen genügten. Nur in einzelnen Fällen war ein dazwischenliegender Querschliff erforderlich. Der Querschliff ist ein Schnitt durch das Dickenwachstum des Rostrums. Auf seine Form wirken die äußeren Merkmale der Furchen und seitlichen Abflachungen stärker ein als auf die der Längsschliffe. Durch die punktförmig abgezeichnete Apikallinie als Zentralachse läßt sich ein Achsenkreuz legen, dessen eine Achse die Symmetrieachse bildet und Bauch und Rücken schneidet. Auf ihr zeichnet sich die Gesamthöhe des Rostrums ab. Die andere Achse ist ein Maßstab für die Breite des Rostrums. Sie trennt Bauch- und Rückenhöhe voneinander. Die Unterschiede zwischen diesen beiden Höhen hängen mit der Abweichung der Apikallinie von der zentralen Lage im Rostrum zusammen. In der Breite ergibt sich unter dem Einfluß

der dorsolateralen Spitzenfurchen und seitlichen Abflachungen ein schmaler Rücken und ein breiter Bauch. Die Breitenverhältnisse sind also abhängig von der Ausbildung jener äußeren Merkmale.

Zwischen den Belemniten des schwäbischen und des englischen Lias stellt Werner (1912) einen eigenartigen Unterschied fest. Werner schreibt, bei den Belemniten des schwäbischen Lias α sei der Bauch schmäler als der Rücken, und bei den englischen umgekehrt. Diese Feststellung beruht offenbar auf einer nicht eindeutigen Scheidung bezw. Verwechslung im Dickenwachstum der Rostren zwischen Höhe und Breite. Da außerdem eine äußerlich klare Bestimmung von Bauch und Rücken bei den fraglichen Formen seine Schwierigkeiten hat, ermöglicht erst der Dünnschliff eine klare Trennung und Festlegung dieser Bauelemente.

Die Herstellung der Dünnschliffe nimmt erhebliche Zeit in Anspruch. Das ganze massive Rostrum des Belemniten muß für den Längsschliff bis auf Bruchteile eines Millimeters mit der Hand auf feststehenden Schleifscheiben aufgeschliffen werden. Die Stärke des Dünnschliffs richtet sich nach der Durchsichtigkeit des Kalkspats. Die Querschliffe lassen sich mit Hilfe von Schneidemaschinen leichter und schneller ausführen, da dann für einen Dünnschliff nur Teile des Rostrums aufzuschleifen sind. Im ganzen sind rund 1200 Dünnschliffe gemacht worden. Das Ordnen der Dünnschliffe nach vollendeter Schleifarbeit und der Vergleich des inneren Aufbaues mit dem äußeren Habitus brachte in einigen Fällen eine weitgehende Neuorientierung. Völlig unbekannt z. B. war der innere Aufbau von keulenförmigen Belemniten in zwei völlig formverschiedenen Phasen; ihn zeigen die Abbildungen 149 und 150 auf Tafel IV a. Bekannt war das Wachstum in zwei ineinander übergehenden Phasen, das an dem größten Teil der schlanken keulenförmigen Formen eine gewöhnliche Erscheinung ist.

Für die Abbildung und eine Vermessung erwiesen sich die Dünnschliffe als ungeeignet. Es war nötig, sie in fünffacher Vergrößerung zu zeichnen, weil dann die Vermessung bis auf Bruchteile von Millimetern möglich ist und die Fehlergrenze sich dabei reduziert. Die Zeichnungen in dieser Größe sind mit Hilfe eines Edinger-Zeichenapparats hergestellt worden. Die Schliffe wurden so gezeichnet, daß die Bauchseite stets nach unten zu liegen kam. Dadurch gewinnt die Zusammenstellung der Dünnschliffzeichnungen an Geschlossenheit und auch der Vergleich untereinander wird erleichtert. Die nun folgende Vermessung von in Zahlen erfaßbaren Merkmalen kann an den Zeichnungen recht genau durchgeführt werden. Eine Messung auf einen halben Millimeter genau entspricht dann in Wirklichkeit einer solchen auf $^1/_{10}$ mm. Die Fehlergrenze wird außerdem bei Verwendung von Verhältniszahlen ausgeglichen. Die Auswahl der vermessenen Merkmale war abhängig

von ihrer Variabilität. Ein Teil der von Werner (1912) vermessenen äußeren Merkmale konnte zur Untersuchung herangezogen werden; andererseits gestatteten die Dünnschliffe eine Ausdehnung der Auswahl meßbarer Größen auf die inneren Bauelemente.

Nach der statistischen Vermessung und Aufstellung der Tabelle wurden die vergrößerten Zeichnungen in der Weise photographiert, daß die Aufnahmen wieder die natürliche Größe der Rostren aufwiesen. Dadurch ermöglichte sich der Vergleich zwischen der Photographie des ganzen Rostrums und dem der Zeichnung seines Dünnschliffs. Aus Sparsamkeitsgründen wurden nur die notwendigsten Schliffe gezeichnet und photographisch dargestellt. Die Formenfelder auf den Tafeln lichten sich zwar dadurch, doch werden sie nicht aufgelöst. Die Anordnung auf den Tafeln erfolgte unter zwei Gesichtspunkten: sie ist vergleichend dynamisch, morphologisch und stratigraphisch. Die Tafeln ergeben somit eine durch Übergänge belegte fließende Anordnung der Formen, die nach Möglichkeit in Uebereinstimmung mit ihrer Lagerung im Gestein steht. Die Belemniten wurden bei der Untersuchung in der oben angegebenen Weise aufgeschliffen. Um die äußere Gestalt später mit dem Schliff vergleichen zu können, war es notwendig, sie vor der Herstellung der Dünnschliffe zu photographieren. Die Anordnung dieser Photographien auf den Tafeln I b—IV b stimmt mit der der Dünnschliffe auf den Tafeln I a—IV a überein. In den Photographien der ganzen Stücke wechselt oft Bauch- mit Rückenseite, da diese Aufnahmen von der rechten oder linken Seite aus gemacht wurden, während bei den Schliffzeichnungen alle Aufnahmen von rechts stammen.

Die Formenumwandlung in der Anordnung auf den Tafeln zeigt eine Entwicklung, die zur Veranschaulichung mit der Gestaltung einer Kumuluswolke vergleichbar ist. In diesem Naturvorgang wachsen kleine und große Wolkenballen immer neu gestaltend auseinander hervor, wobei sich die neuen Formen aus den vergangenen selten direkt entwickeln, sondern meistens aus und zwischen mehreren hervorbrechen. Die äußere Form kommt an keiner Stelle zur Ruhe. Die Peripherie der Kumulusballen ist, wenn von innen oder außen irgend ein Anstoß sich auswirkt, immer zu neuer Formengestaltung fähig. Die alten Formen und Zusammenhänge schwinden im neuen Werden.

Die Darstellung der Formenumwandlung bleibt an die Fläche gebunden, weil eine räumliche Darstellung technisch zu schwierig ist. Durch diese schematische Projektion auf die Ebene ergeben sich Formenfelder. Die Belemniten an der Peripherie eines Formenfeldes können zum Teil Übergangsformen zu einem neuen jüngere Felde werden, andere Teile bleiben zeitgebunden und kön-

nen im leichten Fluß der neu werdenden Formen nur indirekt mitwirken. Die stets neue Richtung und Kraft im Werden und Schaffen neuer Formen ist also räumlich vorzustellen und verknüpft die einzelnen Formenfelder.

E. Vergleichende Betrachtung mit den in der Literatur bekannten Belemniten des Lias α—γ.

Als die Vorläufer der Blemniten gelten die Aulacoceraten und die damit verwandten Formen aus der oberen Trias. Diese Cephalopodenreste bilden ihrerseits bauplanmäßig und zeitlich eine Brücke zu den Orthoceraten. Der innere Aufbau dieser in das Paläozoicum hineinreichenden fossilen Tiergruppe besteht aus einer langgestreckten, kegelförmigen, gekammerten Chephalopodenschale ohne irgendwelche Anzeichen eines Rostrums. Das Rostrum, das sich erstmalig bei den Aulacoceraten findet, wird von v. Bülow (1915) kurz wie folgt beschrieben: „Rostrum lang, gerade, keulenförmig, unten in einen kurzen Endstachel ausgezogen; mit sehr starken Längsrippen, die etwas oberhalb des Endstachels beginnen und sich bis zum oberen Ende herausziehen. Von der Spitze an verläuft auf jeder Seite eine starke Längsfurche zum oberen Ende des Rostrums. Diese ist im oberen Teile meist weniger scharf abgegrenzt als im unteren. Das Rostrum besteht aus Kalk, der eine lockere Textur besitzt."

Die ersten Belemniten sind im oberen Lias Schwabens (Sinémurien s. str.) in den Arietenschichten zu finden. Nach Quenstedt (1858) treten sie erst oberhalb des Kupferfelses zunächst noch recht spärlich auf. Es sind kleine wenig modifizierte Belemnitenrostren (vgl. Abb. 1—7 auf den Tafeln I a und I b der vorliegenden Arbeit). Im Lias β werden die Belemniten zahlreicher und haben schon größere Formverschiedenheiten aufzuweisen (vgl. Abb. 8—27 auf den Tafel I a und I b). Eine Blütezeit in der Entfaltung von unzähligen Mengen von in der Formenumwandlung noch weiter auseinanderstrebenden Formen setzt im Lias γ ein (vgl. Abb. 28—150 auf den Tafeln I—IV). Im Rahmen der von Quenstedt getroffenen Einteilung aller Belemniten in drei große Gruppen gehören die Formen des Lias α—γ zu den „Unteren Belemniten" (Paxillosi). Diese Gruppe ist identisch mit der Familie der Polyteuthidae Stolley und enthält die Belemnitenrostren von ihrem ersten Auftreten im Lias α bis zum oberen Dogger hinauf. Die hier untersuchten Belemniten sind nach der Naefschen Systematik (1922) in den drei Unterfamilien der Hastitinae Naef, Coeloteuthinae Naef und Passaloteuthinae Naef enthalten. In der Systematik von Stolley (1919) werden sie zu den Gattungen Nannobelus Pavlow em. Stolley, Coeloteuthis Stolley, Holcoteuthis Stolley und Rhopalobelus Pavlow gerechnet.

Die kleinen einheitlichen Rostren des Lias α stehen schon immer in der Art des Bel. acutus Miller (vgl. Abb. 1—7 auf den Tafeln Ia und Ib). Miller (1826) rechnete zwar noch die Formen des Lias β hinzu, doch hat Werner (1912) die Anwendung des Artnamens auf die Belemniten des Lias α beschränkt. Die Variabilität genügte ihm nicht zur Aufteilung in mehrere Arten. Auch Quenstedt erkannte die Möglichkeit der Aufstellung mehrerer Arten, mußte aber zugeben, daß kein Merkmal stichhält. Die Formen gehören in der Systematik von Naef zur Gattung Nannobelus Pavlow in der Unterfamilie der Passaloteuthinae Naef, genau wie bei Stolley, der aus der Gattung Nannobelus Pavlow die Breviformes Werner entfernte und sie nur für die Breves Quenstedts anwendete.

Die Belemniten des Lias β gehören sämtlich ebenfalls zu den oben genannten Gattungen. Daneben sind nur zwei Exemplare bekannt, die eine Ausnahmestellung einnehmen. Werner (1912) stellte sie in die Gruppe der Excavati. Diese Gruppe entspricht in der Unterfamilie der Coeloteuthinae Naef, der einzigen Gattung Coeloteuthis Lissajous, die mit der Gattung Coeloteuthis Stolley übereinstimmt.

Aus der Gattung Nannobelus Pavlow em. Stolley finden sich im Lias β die Arten: N. Engeli Werner, (vgl. Abb. 8—10 auf Tafel I) und N. alveolatus Werner (vgl. Abb. 15—27 auf Tafel I). Beide Arten wurden früher noch zu N. acutus Miller gerechnet und erst Werner (1912) hat auf Quenstedts Arbeit fußend die Zweiteilung vorgenommen. N. Engeli Werner trifft man im Lias β und selten im Lias α an; er entspricht wohl Bel. brevis secundus Quenstedt. In der Grenzregion zwischen dem oberen Lias β und dem unteren Lias γ liegt N. alveolatus Werner (Bel. brevis tertius Quenstedt) und ist recht häufig. Er bildet nach Werner den morphologischen und stratigraphischen Vermittler zu den Formen der Paxillosen (Passaloteuthis Lissajous bezw. Holcoteuthis Stolley). Weiter rechnet Naef hierher N. Oppeli Mayer. Werner stellt diese Art zu N. Engeli Werner und bezeichnet sie als eine unscharf charakterisierte Übergangsform. N. penicillatus Phillips nähert sich nach Werner ebenfalls N. Engeli Werner, während N. infundibulum Phillips verwandtschaftlich ein wenig weiter von dieser Art entfernt sein soll. Von den zuletzt genannten Arten waren keine Abbildungen zu erlangen, der Vergleich muß sich auf die Beschreibung stützen und bringt sie mit den Abbildungen 11—14 in Zusammenhang. Es gleitet mithin, wie noch besonders gezeigt werden soll, die Formenveränderung in bestimmte Umwandlungsrichtungen hinein.

Kein einziges Exemplar von der seltenen Form des Coeloteuthis dens Simpson (aus Deutschland ist nur das von Werner

beschriebene Stück bekannt geworden) war in dem gesammelten und untersuchten Material zu finden.

Die größeren Formverschiedenheiten im Lias γ veranlaßten in der Systematik eine immer größer werdende Aufteilung in Arten und Gattungen. Zur Gattung Nannobelus Pavlow rechnet Naef noch N. armatus Dumortier, den auch Mayer-Eymar (1883) in die Formenreihe des N. Oppeli Mayer stellt. N. armatus Dumortier wird von Werner nicht erwähnt, von Stolley jedoch zu den Paxillosen gerechnet (vgl. Abb. 39—43 auf Tafel II). Im Lias γ läßt von unten nach oben der Reichtum an nannobelusähnlichen Formen mehr und mehr nach.

Die seltenen Formen der Arten Coeloteuthis calcar Phillips und C. excavata Phillips (vgl. Abb. 28 und 29 auf Tafel I) aus dem Lias γ lassen nach Naef zwei Deutungen offen: es sind entweder direkte Abkömmlinge der Stammart aller Belemniten oder sekundär vereinfachte Verwandte von Nannobelus. Auf Grund ihrer Seltenheit und geringen Formenverwandtschaft mit anderen Belemniten der gleichen Horizonte stellte sie Phillips (1865) in eine besondere Gruppe, die späteren Excavati Werners. Mayer-Eymar hat die drei vorhandenen Arten in drei verschiedenen Formenreihen untergebracht. Lissajous (1912) ordnete sie in eine Untergattung, Stolley (1919) in eine Gattung und Naef (1922) gliedert die Gattung Coeloteuthis Lissajous wieder in eine Unterfamilie der Coeloteutinae Naef. Aus Deutschland wurden bisher nur die beiden von Werner beschriebenen Formen bekannt (Bel. dens im Lias β und Bel. excavatus aus dem Lias γ). Von den beiden auf den Tafeln I a und I b abgebildeten Formen, Abb. 28 und 29, ist die der Abbildung 28 äußerlich dem von Werner als Typ der Art Bel. excavatus Phillips abgebildeten Belemniten ähnlich. Lang (1928) hat zwei neue Gattungen für Formen aus den Belemnitenmergeln von Charmouth aufgestellt, nämlich Clastoteuthis Lang und Angeloteuthis Lang. Beide Gattungen reiht er in die Unterfamilie der Passaloteuthinae Naef ein. Die Arten Clastoteuthis abrupta Lang und Cl. stantonensis Lang sind beide mit Coeloteuthis excavata Phillips verwandt. Cl. abrupta Lang ist nach eigener Angabe von Lang der von Phillips beschriebenen Form sehr ähnlich, während Cl. stantonensis Lang an die beiden von Werner wiedergegebenen Excavati und zum Teil an Nannobelus infundibulum Phillips anschließt. Von der neuen Gattung Angeloteuthis unterscheidet Lang die vier gefundenen Formen in den vier Arten: A. gabriel Lang, A. uriel Lang, A. raphael Lang und A. michael Lang. Er bringt sie in Verbindung mit N. penicillatus Schlotheim. A. gabriel Lang wird an Bel. Zieteni Werner angeschlossen, der in Schwaben aber erst im Lias δ auftritt (vgl. Abb. 56 auf Tafel II). Einzelnen Formen aus dem oberen Lias ähnelt A. raphael Lang.

der nach der Abbildung bei Lang sich der Abb. 52 auf Tafel II nähert. Mit Bel. janus Dumortier bringt Lang A. michael Lang zusammen, während er A. uriel Lang wieder mit Bel. excavatus Phillips vergleicht. Beide Belemniten, A. uriel Lang und A. michael Lang ähneln den Abb. 54 und 55 auf Tafel II der vorliegenden Arbeit.

In die Gattung Holcoteuthis Stolley zählt Stolley neben Holcoteuthis paxillosa Schlotheim noch einige Formen, die mit der Gattung Rhopalobelus Pavlow in Beziehung treten. In den Lias γ gehören von Holcoteuthis Stolley Formen der Arten H. paxillosa Schlotheim (vgl. Abbildung 30 und 57), H. apicicurvata Blainville (vgl. Abb. 60), H. virgata Mayer (vgl. Abb. 75 und 88—90) und H. armata Dumortier aus der Clavatenzone des Rhônebeckens. Stolley weist auf Übergänge sowohl zu der Gattung N. Pavlow als auch zur noch zu besprechenden Gattung Rhopalobelus Pavlow hin. Naef rechnet zur Gattung Passaloteuthis Lissajous zunächst dieselben Formen wie Stolley und erwähnt aus dem Lias γ Passaloteuthis Bruguieriana d'Orbigny = P. paxillosa Schlotheim und sagt, daß die Gattung Passaloteuthis Lissajous gleichbedeutend mit Holcoteuthis Stolley sei. Sie umfaßt die bei Werner in der Gruppe der Paxillosi stehenden Formen. Da bei den noch weiter angeführten Arten von Stolley und Naef keine stratigraphische Bestimmung gegeben wird, ist es nicht möglich, sie mit den Formen der Tafeln dieser Arbeit zu vergleichen. Werner erwähnt aus dem oberen Lias γ die Form Bel. rugulatus Quenstedt, die einen rundlichen Querschnitt und keine Dorsolateralfurchen haben soll. Ihre rauhe Oberfläche kann nicht als Charakteristikum gelten. Eine ähnliche Form stellt Abb. 36 auf Tafel II dar. Bel. virgatus Mayer (vgl. Abb. 75 und 88—90) bringt Werner mit Bel. carinatus Zieten und Bel. longiformis Tate und Blake zusammen. Auch Bel. nitidus Phillips aus dem unter Lias wird hierhergestellt. Zu Bel. paxillosus Schlotheim rechnet Werner die Mehrzahl der Belemniten des Lias γ. Sie stimmen mit Bel. Bruguierianus D'Orbigny überein. Dieser Name hat sich in Frankreich für die gleichen Formen eingebürgert. In den Lias γ gehört der Teil, den Quenstedt unter Bel. paxillosus numismalis stellte. Ohne nähere Angabe der Fundschichten werden mit diesen Formen noch in Zusammenhang gebracht: Bel. cylindricus Phillips, Bel. elongatus Sowerby, Bel. laevigatus Zieten und Bel. elegans Phillips Durch die Untersuchung von Lang (1928) ist die Anzahl der Arten in der Gattung Passaloteuthis Lissajous beträchtlich vermehrt worden. P. ima Lang erscheint ähnlich P. apicicurvata Blainville (vgl. Abb. 45 und 47 auf Tafel II), P. argillarum Lang steht im Zusammenhang mit P. elongata Miller und ähnelt der Abb. 48 auf Tafel II. Ein kräftig gebautes Rostrum ist P. Stonebarroensis Lang (vgl. Abb. 49). P. auricipitis Lang und P. ridgensis Lang weichen nur wenig von dieser Form ab und stehen

mit P. apicicurvata Blainville in Beziehung. P. auricipitis Lang ist etwas kürzer als das in Abb. 30 wiedergegebene Rostrum; in der Gestalt unterscheiden sie sich nicht wesentlich voneinander und gehören damit zu P. Bruguieriana D'Orbigny bezw. P. paxillosa Schlotheim. P. ridgensis Lang ist ein ähnlich gedrungen gebauter Belemnit wie die vorhergehenden Arten und ist an die Form der Abb. 38 anzuschließen. Lediglich die Endspitze wird nicht so stark hinausgezogen. Lang vergleicht die Form mit Bel. paxillosus Schlotheim und Bel. Bruguierianus Lissajous (1925), die er beide in den Lias δ rechnet, und kommt für die stratigraphisch ältere Form zu seinem neuen Namen. Als P. elongata Miller stellt Lang eine Form dar, die der Abb. 58 ähnlich ist. Noch schlanker als dieses Rostrum sind die letzten vier hierhergehörigen Arten, nämlich: P. westhaiensis Lang (vgl. Abb. 60), deren Abbildung den von Werner unter Bel. apicicurvatus Blainville wiedergegebenen Formen nahekommt; P. wootonensis Lang ist eine noch schlankere Form, die aber ebenfalls an Abb. 60 anzuschließen ist; P. seatownensis Lang dürfte die schlankste Form sein; schließlich ist noch P. dayi Lang eine Form, die äußerlich der Abb. 59 ähnelt, und die Lang mit P. elongata Miller und P. westhaiensis Lang in Verbindung bringt. Die Unterschiede zwischen diesen vier Arten bestehen in verschiedenen Schlankheitsgraden und Zuspitzungen.

Von Bel. virgatus Mayer bis zu ähnlichen Formen mit stärker gekrümmter Apikallinie und Neigung zur Keulenform gibt es keinen Sprung. Es war zweifelhaft, ob diese Formen zu den von Naef in die Gattung Passaloteuthis Lissajous gestellten zu rechnen sind, oder ob sie sich nicht besser an die keulenförmigen Arten anschließen lassen. Werner behandelt Bel. ventroplanus Voltz (vgl. Abb. 104 und 106), Bel. charmouthensis Mayer (vgl. Abb. 92, 93, 113 und 114) und Bel. compressus Stahl aus dem Lias δ innerhalb der Gruppe der „Clavati". Er schreibt, daß hier ein genetischer Zusammenhang wenig wahrscheinlich sei, rechnet sie aber beide trotzdem zu dieser Gruppe. Stolley hielt sich an Pavlow und Werner und vereinigt sie mit der Gruppe, die den Gattungsnamen Rhopalobelus Pavlow trägt. Naef weicht von dieser Einteilung ab. Bel. ventroplanus Voltz kommt bei ihm in die neue Gattung Gastrobelus Naef, weil nach ihm der innere Bau durchaus gegen die Verbindung mit der keulenförmigen Art Bel. clavatus Schlotheim spreche. Ebenfalls in diese Gattung rechnet Naef Gastrobelus subdepressus Voltz (vgl. Abb. 99 und 101), den Werner als eine Varietät von Gastrobelus ventroplanus Voltz ansieht (vgl. Abb. 98 u. 102), nach Werner eine weitere Varietät von Bel. ventroplanus Voltz, noch in diese Gattung gehört, und ebenso bleibt bei ihm die Stellung dieser Gattung zu den übrigen in seiner Unterfamilie der Passaloteuthinae Naef ungewiß. Gleich-

falls ist sich Naef über die Stellung von Bel. charmouthensis Mayer, die er immerhin in der neuen Gattung Pseudohastites erwähnt, nicht im klaren. In diese Gattung innerhalb der oben genannten Unterfamilie rechnet er passaloteuthisartige Formen, die durch Streckung und keulenförmige Verdickung der Enden sich den Hastiten (Gattung Hastites Mayer s. restr. der Unterfamilie Hastitinae Naef) nähern. Das Unikum des Bel. scabrosus Phillips (vgl. Abb. 116) aus dem Lias γ wird zum Typ der neuen Gattung. Lang kann aus den Funden im englischen Lias noch einige Arten hinzufügen. Die Gattung Pseudohastites dominiert nach Lang im oberen unteren Lias (Carixian) bis zur Zone der Uptonia jamesoni. Der Erhaltungszustand im englischen Lias ist ausgezeichnet, wie aus den Abbildungen von Lang hervorgeht, und daher sind Vergleiche mit den gegebenen Abbildungen wichtig. Pseudohastites cultellus Lang ist ein Abbild von Bel. fusteolus Simpson mit etwas schlankerem Bau als die Abb. 97. Pseudohastites longissimus Miller (vgl. Abb. 117) hat ein sehr langes und dünnes Belemnitenrostrum, das nur wenig verengt und stabförmig zylindrisch gebaut ist. Pseudohastites junceus Phillips (vgl. Abb. 118) ist noch schlanker und ebenfalls nur wenig clavatisch. Die neue Form Pseudohastites arundineus Lang ähnelt der Abb. 91. Leicht rückwärts gekrümmt zeigt die von Lang gegebene Abbildung von Pseudohastites charmouthensis Mayer eine kräftigere, kürzere und clavatischere Form als die der anderen Pseudohastiten. Naef ließ die Stellung noch ungewiß. Die Form gleicht den Abb. 92 und auch 93.

Stolley (1919) stellt die keulen- bis stabförmigen Belemniten in die Gattung Rhopalobelus Pavlow; in dieser Gattung sind auch Belemniten der Gattungen Pseudohastites Naef und Gastrobelus Naef enthalten. Die enge Verknüpfung zwischen der Gattung Holcoteuthis Stolley und Formen, die Stolley in der Gattung Rhopalobelus Pavlow aufführt, wird durch Aneinanderreihen bekannter in morphologischem Zusammenhang stehenden Arten belegt. Werner (1912) gab den keulenförmigen Rostren unter den Belemniten des Lias eine Sonderstellung. Als typische und häufigste Form wird Belemnites clavatus Schlotheim bezeichnet (vgl. Abb. 124—137 und 141—147), dessen abgebrochene und daher meist kleine Rostren im oberen Lias γ einsetzen. In der Zurechnung anderer Arten stimmen Stolley und Werner überein. Eine abweichende Einteilung gibt Naef (1922). Bei ihm bildet Bel. clavatus Schlotheim die einzige keulenförmige Belemnitenart des Lias γ. Da Naef eine andere Auffassung über die Formenzusammenhänge der Belemniten hat, rechnet er den angeblich völlig unvermittelt schon im Lias β (Pliensbachien) auftretenden Clavatustyp und die später folgenden ähnlichen Formen in die Unterfamilie der Hastitinae Naef. In der Gattung Hastites

Mayer s. restr. führt Naef nur Hastites clavatus Schlotheim namentlich auf, während Mayer (1883) in seiner Gattung Hastites neben anderen Arten auch H. charmouthensis Mayer (vgl. Abb. 92/93, 113 und 114) als typisch bezeichnet und aufführt. Naef scheidet diese Form aus und hält eine direkte Zurückführung von Hastites Mayer auf Nannobelus Pavlow über Bel. charmouthensis Mayer und Bel. alveolatus Werner (vgl. Abb. 15—27) für unberechtigt.

Die von Lang (1928) neu aufgestellte Art Hastites fustiformis Lang ist von der hier gegebenen Abb. 115 äußerlich nicht verschieden. Die größte Breite reicht bei ihr bis unmittelbar an die Endspitze. Hastites spadix—ari Simpson ist eine kräftigere Form, die sich Bel. charmouthensis Mayer nähert, aber stärker eingeschnürt ist. Sie ähnelt der Abbildung 96. Die breiteste Stelle des Rostrums liegt von der Endspitze etwas zurück. Eine ähnliche Form ist Hastites microstylus Phillips, die gleichfalls sehr schlank erscheint, aber äußerlich von der zuletzt genannten Art nicht zu trennen ist. Hastites stonebarroensis Lang (vgl. Abb. 119 und 120) hat eine scharfe Endspitze, unterscheidet sich aber, nach den Abbildungen von Lang zu schließen, von Pseudohastites junceus Phillips nur unwesentlich. Es handelt sich dabei um Arten, die nicht nur in verschiedenen Gattungen, sondern sogar in verschiedenen Unterfamilien eingeordnet werden, obwohl sie äußerlich nur geringfügige Formenunterschiede aufweisen.

F. Beschreibung der Tafeln mit Hilfe der Meßtabelle.

Die Tafeln I b bis IV b enthalten die Abbildungen der gefundenen Belemnitenrostren, bevor sie geschliffen wurden. Die entsprechenden Dünnschliffzeichnungen finden sich auf den Tafeln I a bis IV a. Der Vergleich zwischen den ursprünglichen Rostren und dem zugehörigen Dünnschliff wird durch die gleichsinnige Anordnung der Abbildungen erleichtert. Auf den Tafeln mit den Dünnschliffzeichnungen ist die Zusammenstellung durch das Einfügen der Querschliffe nur etwas mehr auseinandergezogen.

Die Belemniten des Lias α und β befinden sich auf den Tafeln I a bezw. I b. Zwei Stücke (Abb. 28 und 29) aus dem Lias γ sind hinzugestellt, weil sie auf Grund ihres inneren Aufbaues einigen Rostren aus dem Lias β näher formenverwandt sind. Die Belemniten der Abb. 1—7 stammen aus den Arietenschichten des oberen Lias α von Fundorten um Balingen und Mühlhausen bei Schwenningen. Die Länge der abgebildeten Formen schwankt zwischen 10 und 20 mm, sie wird zwischen der Anfangsblase des Phragmocons und der Endspitze des Rostrums gemessen. Die im Verhältnis recht beträchtliche Gesamthöhe erreicht 42—84 Prozent der

Länge. Der Phragmocon steht meistens noch mit dem Rostrum in Verbindung, doch sind seine Bauelemente fast immer aufgelöst. Die Verlängerung der Halbierenden des Phragmoconwinkels distalwärts über die Anfangsblase hinaus würde die Zentralachse eines vollkommen symmetrischen Rostrums sein und soll daher als Bezugsachse bei der Bestimmung des Verlaufs und der Lage der Apikallinie dienen. Die Abweichungen der Apikallinie von dieser Achse lassen sich für die Ermittlung der phylogenetischen Formenumwandlungen gut verwerten. Innerhalb der Formenmannigfaltigkeit der Belemniten des Lias α (vgl. Abb. 1—7) pendelt sozusagen die Apikallinie um die Bezugsachse in der Medianebene und erreicht im Maximum ventralwärts 3° (Abb. 6) und dorsalwärts 9° (Abb. 1). Ihr Verlauf ist bei den genannten Formen nicht immer gerade gestreckt, sondern zumeist leicht gebogen. Die Gestalt der jugendlichen Anwachsschichten ist konisch und verändert sich mit dem Alter nur wenig, indem der Spitzenwinkel allmählich kleiner wird. Die äußeren Merkmale der Spitzenfurchen fehlen den Formen des Lias α noch vollkommen. Schwach angedeutet sind die Seitenlinien oder seitlichen Abflachungen. Sie konvergieren dorsalwärts, doch so schwach, daß der Querschliff des Rostrums in der Gesamtform noch rundlich bleibt. Ein weiteres Merkmal der Formenumwandlung bildet das Verhältnis im Dickenwachstum unter und über der Apikallinie, wie es an der Anfangsblase des Phragmocons zu messen ist. Ein Maß der Schlankheit des Rostrums ergibt sich aus dem Verhältnis seiner Länge zu der Gesamthöhe an der Anfangskammer. Die Rückenhöhe des Rostrums schwankt bei den Abbildungen 1—7, indem sie bei Abb. 6 um 7 Prozent kleiner und bei Abb. 1 um 13 Prozent größer wird als die Bauchhöhe. In der Betrachtung des Zusammenspiels aller Merkmale lassen sich in der Formenmannigfaltigkeit der Belemniten des Lias α drei Umwandlungsrichtungen erkennen. Allen Formen gemeinsam bleibt die zunehmende Verlängerung der Rostren. Zwei entgegengesetzte Umwandlungen ergeben sich aus dem Schwanken der Apikallinie um die Bezugsachse. Einerseits (Abb. 1—3) weicht ihr Verlauf zur dorsalen und andererseits (Abb. 4—7) zur ventralen Seite hin ab. Die Änderungen im Verhältnis zwischen der Gesamthöhe und Länge des Rostrums stehen mit dem Verhalten des Verlaufs der Apikallinie in Korrelation. Bei der Abb. 1 und 2 erreicht die Gesamthöhe über 70 Prozent der Länge. Weit geringer ist die Gesamthöhe bei den anderen Formen des Lias α (Abb. 3 bis 7). Hier erreicht sie nur 42—56 Prozent der Länge. Der Belemnit der Abb. 3 muß als Übergangsform zwischen den beiden Richtungen angesehen werden, da er eine Abweichung der Apikallinie von der Bezugsachse hat, die dorsalwärts gerichtet sehr gering ist. Außerdem besitzt er eine Größe im Schlankheitsverhält-

nis, die an die Verhältniszahlen der Rostren mit ventraler Abweichung der Apikallinie anschließt.

Die Formenunterschiede innerhalb der Belemniten des Lias β (vgl. Abb. 8—27) sind größer als innerhalb derer des Lias α. Ein Vergleich der Rostren aus den beiden Schichtenfolgen zeigt in der Meßtabelle durch Überschneidung im Zahlenmaterial den engen Formenzusammenhang in der phylogenetischen Umwandlung. In den Abb. 8—10 übertrifft besonders das Ausmaß der Gesamthöhe die bei den α-Formen gefundene Größe. Das Schlankheitsmaß, berechnet aus Gesamthöhe und -länge auf die Länge 100 bezogen, bewegt sich zwischn 43 und 56. Diese Zahlen stimmen mit den entsprechenden Vermessungen der Abb. 3—7 überein. Wichtig für die Anordnung der Formen erweist sich die vergleichende Messung der Jugendstadien von 10 mm Länge. Das Jugendstadium besitzt in Abbildung 10 eine Höhe von 6,3 mm. Das Schlankheitsmaß beträgt mithin 63. Da dieses Maß im Endstadium nur rund 56 erreicht, ergibt sich, daß dieses Rostrum in der Jugend noch nicht so schlank war. Das Verhältnis zwischen Gesamthöhe und -länge der Jugendstadien in den drei Formen der Abbildungen 8 bis 10 knüpft an die bei den Abb. 1 und 2 gefundenen Maße für das Endstadium an. Die Beziehung zwischen den Belemniten der Abb. 8—10 und denen der Abb. 1 und 2 kommt auch in dem dorsalwärts gerichteten Verlauf der Apikallinie zum Ausdruck. Die Abweichung von der Bezugsachse hat sich bei den Abb. 8—10 vergrößert und erreicht einen Winkel von 9—14,5°. Der Zahlenvergleich zeigt schließlich auch, daß eine größere Abweichung der Apikallinie von der Bezugsachse mit einem großen Unterschied zwischen Bauch- und Rückenhöhe verknüpft sein muß. Der Unterschied zwischen Bauch- und Rückenhöhe gibt ebenfalls die schiefe Stellung des Phragmocons zum Wachstum des Rostrums wieder. Die Spitzenfurchen der Formen zu den Abb. 8—10 sind noch undeutlich. Die dorsolateralen seitlichen Abflachungen werden dagegen ausgeprägter als bei den Formen des Lias α und leiten zu ovalen Formen der Querschliffe über. Die Abb. 11—14 gehören Belemniten an, die mit denjenigen der Abb. 8—10 Formenbeziehung haben. Das Rostrum der Abb. 14 führt zu den Formen der Abb. 4—7 aus dem Lias α hin. Gleichzeitig vermittelt es zwischen den Abb. 11—14 und den noch nicht beschriebenen Belemniten der Abb. 15—27 aus dem Lias β. Als unterscheidende Kennzeichen zwischen den Formen der Abb. 8—10 und denen der Abb. 11—13 kann der größere Schlankheitsgrad der letzteren angesehen werden. Bei ihnen erreicht die Gesamthöhe rund 33—36 Prozent der Länge, während sie bei den Rostren der Abb. 8—10 noch 43—56 Prozent beträgt. Die Abweichung der Apikallinie bleibt dorsalwärts gerichtet. Der Abweichungswinkel von der Bezugsachse nimmt aber nicht mehr so große Werte an

wie bei den Formen der Abb. 8—10. Die Stärke der dorsolateralen seitlichen Abflachungen hat sich ebenfalls verringert (vgl. die Querschliffe). Das Rostrum zu Abb. 14 erreicht nicht den Schlankheitsgrad der Formen der neben ihr stehenden Abb. 11—13. Das Verhältnis von Gesamthöhe zur Länge macht 44 Prozent aus und schließt diese Form enger an die der Abb. 8—10 und 4—7 an. Der Abweichungswinkel zwischen Apikallinie und Bezugsachse trennt sie von den Belemniten der Abb. 8—10 und stimmt mit dem der Abb. 3 überein. Die geringe Ausbildung der seitlichen Abflachungen verbindet weiterhin mit den Formen 4—7. Dieser Zusammenhang wird auch durch die Verhältnismaße zwischen Bauch- und Rückenhöhe (86 bzw. 87—108 Prozent) aufrechterhalten.

Die Anordnung der Abb. 15—27 deutet auf einen einheitlichen Gestaltungsprozeß hin. Das charakteristische Merkmal dieser Formen liegt in ihrer schlanken Gestalt. Das Verhältnis von Gesamthöhe zu Länge bewegt sich zwischen 18 und 29 %. Ein derartig niedriger Wert wird von den anderen Belemniten des Lias α und β nicht erreicht. Die Rostren dieses Formenfeldes besitzen ein annähernd zylindrisches Äußere, ein Teil zeigt im Alter eine leichte Verschmälerung in proximaler Richtung. Es bildet sich aus der zylindrischen eine leicht keulenförmige Form. Die Berechnung der Gesamthöhe bei einem Jugendstadium von 10 mm Länge ergibt jedoch Ausmaße, die mit denen der anderen Formen des Lias β Beziehungen aufrechterhalten. Die größere Schlankheit und die schwach keulenartige Form kommt erst während des Wachstums zum Ausdruck. Im Längsschliff erscheinen die Jugendstadien des größten Teils dieser Belemniten noch ebenso konisch wie diejenigen der anderen Belemniten des unteren Lias. Die Apikallinie wird bei allen Formen dieser Gruppe durch einen etwas unregelmäßigen Verlauf gekennzeichnet. Anfänglich erscheint sie dorsalwärts gerichtet wie bei den Rostren der Abb. 8 bis 14, um alsdann lang ausgestreckt ventralwärts umzubiegen. Diesen Verlauf der Apikallinie zeigt auch die Belemnitenform der Abb. 15, die zu den α-Belemniten (vgl. Abb. 7) überleitet. Besondere Bedeutung gewinnt sie als Übergangsform zwischen den Abb. 15—27 und den einzelnen Formenfeldern des Lias α und β. (Abb. 4—7, 8—10 und 11—14.) Eine Formenverwandtschaft der inneren Anwachsschichten mit denen in Abb. 14 ist unverkennbar, obwohl jenes Rostrum nicht so schlank gewachsen ist.

Die beiden Formen der Abb. 28 und 29 aus dem Lias γ unterscheiden sich sowohl untereinander als auch von den übrigen abgebildeten Stücken und Schliffen. Sie sind isoliert angeordnet, da es an überzeugenden Übergangsformen noch fehlt. Die Ursache des Fehlens liegt wahrscheinlich in der geringen Anzahl der Funde bzw. der Seltenheit dieser Formen. Nur eine einzige derartige Form aus dem Lias γ hat auch Werner (1912) zur Verfügung

gestanden. Eine weitere ähnliche Form fand er — wie bereits erwähnt wurde — im oberen Lias β.

Die Tafeln II a und II b enthalten einen Teil der Formenmannigfaltigkeit der Belemniten des Lias γ in ihrem ursprünglichen Zustand bzw. in den dazu gehörigen Dünnschliffzeichnungen. Die Belemnitenrostren sind insgesamt massiger und größer als die ihnen vorausgehenden Formen aus dem Lias β. Der Schlankheitsgrad, der in dem Verhältnis von Gesamthöhe zu Länge ausgedrückt wird, zeigt keine Unterschiede gegenüber den geologisch älteren Formen. Auf der linken Seite der Tafel sind Belemniten angeordnet, deren Apikallinie deutlich von der Bezugsachse abweicht. Die Formen, deren Apikallinie einen ventraleren Verlauf beibehält, und die in ihrem Gestaltungsprozeß immer kürzer werden, befinden sich auf der rechten Seite der Tafel II a und b. Eine Sonderstellung nimmt das Rostrum der Abb. 56 ein. Die innersten Anwachsschichten dieser Form unterscheiden sich kaum von denen der Belemniten auf der rechten Seite der Tafel, aber die älteren Anwachsschichten weisen ein stärkeres Dickenwachstum auf; da gleichzeitig das Längenwachstum gering bleib, entsteht ein kurzes und dickes Rostrum. Dies Verhalten weist auf Beziehungen zu den links angeordneten Formen hin. Die Stellung dieser Formen auf der linken Seite der Tafel richtet sich nach der Abweichung der Apikallinie von der Bezugsachse. Sie ist geringer bei den unten stehenden Belemniten und wird bei den nach oben folgenden Stücken größer. Die Gesamtform bleibt konisch. Eine zylindrische Gestalt wird nur bei den auf der Tafel rechts angeordneten Formen ausgebildet. Der Abweichungswinkel der Apikallinie in den Abb. 30—43 und 49 schwankt zwischen 6 und 12°. Bei den restlichen Belemniten der Tafel II, die sich zumeist auf der rechten Seite der Tafel befinden, erreicht der Abweichungswinkel höchstens 5°. Die vermittelnden Zwischenwerte von 5 und 6° ergeben sich vor allem bei den auf der Tafel unten angeordneten Formen. Der Unterschied zwischen Bauch und Rücken steht in Korrelation mit der Abweichung der Apikallinie. Die Formen auf der linken Seite zeichnen sich durch große Unterschiede zwischen Bauch- und Rückenhöhe aus. Die Bauchhöhe erreicht nur 51—66 Prozent der Rückenhöhe. Der entsprechende Wert für die Belemniten rechts auf Tafel II liegt oberhalb von 70 Prozent. Die Zwischen- und Grenzwerte sind bei den überleitenden Formen des gemeinsamen unteren Feldes der Tafel vorzufinden. Die Anwachslinien der Jugendstadien sind bei allen Rostren konisch und zumeist recht stumpf. Ein Paar scharfer Spitzenfurchen unterscheidet insgesamt die Belemniten des Lias γ von denen des unteren Lias. Diese Furchen verlaufen dorsolateral-symmetrisch zur Medianebene und bleiben auf die Rostralspitze beschränkt. Proximal verflachen sie, um in die seitlichen Abflachungen überzugehen,

die meistens ebenfalls leicht zum Rücken geneigt sind. Die Spitzenfurchen erscheinen als Einkerbungen im Querschliff durch die Rostralspitze, in solchen durch proximale Teile des Rostrums läßt sich nur an den inneren Anwachsschichten, die einst die Endspitze des Rostrums bildeten, die Spur der dorsolateralen Spitzenfurchen erkennen. Die seitlichen Abflachungen behalten an größeren Rostren ihre dorsolaterale Lage nicht bei. Die Verschiebung tritt im Bereich der Phragmoconspitze auf. Zunächst beginnt die Abflachung sich zu verringern, dadurch wird eine Rundung im Querschliff hervorgerufen. Im Verlaufe des individuellen Wachstums wandert diese Grenze der ventrolateralen Spitzenfurchen distalwärts und proximal treten neue seitliche Abflachungen auf, die jetzt eine mehr ventrolaterale Lage einnehmen. Die dorsolateralen seitlichen Abflachungen werden dabei immer weiter zur Spitze hin verdrängt und gehen in die dorsolateralen Spitzenfurchen über. Ohne die dynamische Betrachtung dieser Veränderungen im Quer- und Längsschliff ist diese Umkehr der Verhältnisse nicht ersichtlich. Die Rostralspitze weist nunmehr ebenfalls eine Menge kleiner Fältchen auf, doch bleibt im Querschliff der Bauch viel breiter als der Rücken, da die dorsolateralen Spitzenfurchen tiefer in das Rostrum einschneiden. Proximal wird im Bereich der Phragmoconspitze infolge der Neuorientierung der seitlichen Abflachungen umgekehrt der Rücken breiter als der Bauch. Die Gesamthöhe ändert sich proximal nur wenig, da die Rostren dort einen nahezu zylindrischen Bau aufweisen.

Mit den Belemniten der Tafel I bestehen enge Formenzusammenhänge. Die Umwandlung drückt sich in der Hauptsache darin aus, daß im Lias γ die Belemnitenrostren größer werden als im unteren Lias.

Die auf den Tafeln II a und II b unten und von da aus nach rechts angeordneten Belemniten leiten kontinuierlich zu den nahezu gleichaltrigen Formen der Tafeln III a und b über. Besonders die beiden Rostren der Abb. 30 und 57 sind formverwandtschaftlich eng miteinander verbunden. In den Formen der Tafel III nimmt der Grad der Schlankheit zu und führt zu extrem langen Formen (vgl. Abb. 60). Die schlanke zylindrische Gestalt kann an den Jugendstadien der auf dem unteren Teil der Tafel III abgebildeten Belemniten noch nicht beobachtet werden.

In den Querschliffzeichnungen kommt nur eine geringe Veränderung der äußeren Merkmale zum Vorschein. An der Rostralspitze treten eine Anzahl kleiner unscheinbarer Fältchen zu den dorsolateralen tief einschneidenden Spitzenfurchen hinzu. Von diesen unterscheidet sich hin und wieder ein ventrolateral gelegenes Paar durch größere Deutlichkeit. Der Querschliff durch die Rostralspitze wird infolgedessen geviertelt. Neben einem schmalen Rückenteil und einem breiten Bauchteil gewinnen zwei seit-

liche Rippen an Größe. Werden die ventrolateralen Spitzenfurchen schwächer, so verschmelzen die Seitenteile mit dem Bauchteil. Am deutlichsten kommt diese Erscheinung in den entsprechenden Querschliffzeichnungen zu den Abb. 61 und 62 und in den innersten Anwachslinien aller Querschliffe zu Abb. 57 zum Ausdruck. Im übrigen ähneln sich die Querschliffe der Tafeln II und III. Die Umwandlung der Belemniten auf Tafel III erfolgt von zylindrischen Formen (Abb. 57—67) ausgehend zu solchen mit einer proximalen leichten Verschmälerung. Ein analoges Geschehen war bereits an gewissen Formen des oberen Lias β zu beobachten. Die grundlegenden Unterschiede liegen aber in den formverwandtschaftlichen Beziehungen. Auch stratigraphisch lassen sich beide Formengemeinschaften nicht verwechseln. Das Verhältnis von Gesamthöhe zu Länge ist bei den Formen auf Tafel III weitaus niedriger, sodaß sich die Zahlenbereiche weder nähern noch überschneiden. Entsprechend steht es mit der Länge in beiden Gruppen (Tafel II und III). Ein weiterer und wohl auch der wichtigste Unterschied ergibt sich aus der Form der Jugendstadien. Im Lias β ist dieses stets konisch, doch spielt das Umwandlungsmotiv der Verlängerung schon deutlich hinein. Bei den zuletzt besprochenen Formen oben auf Tafel III ist bei den proximal verschmälerten Formen immer ein zylindrisches Jugendrostrum vorhanden. Die Gestalt der Anwachsschichten im Jugendstadium der Rostren verändert sich, von den Formen unten auf Tafel III ausgehend, in gleicher Richtung wie das Endstadium des Rostrums nach den auf Tafel III oben befindlichen Formen hin. Wie in den Erstlingsformen des Lias α ist den auf Tafel III unten stehenden Formen ein konisches Jugendstadium im Aufbau des Rostrums eigen. Dieses wird bei den nach oben folgenden Rostren immer schlanker und schließlich zylindrisch (vgl. Abb. 57 bis 78). Auch die zylindrische Jugendform bildet nur ein Übergangsstadium in der Gesamtumwandlung der Belemnitenrostren. Die proximale Verschmälerung gewinnt, entsprechend den Altersstadien der Anwachsschichten, von außen her an Bedeutung und führt zu einem spindelförmigen Jugendstadium. Die Gesamthöhe der auf Tafel III abgebildeten Belemniten bewegt sich nur zwischen 12 und 20 Prozent der Länge.

Die Tafeln IV a und IV b enthalten eine geschlossene Gruppe von Belemiten des oberen Lias γ. Die aufgeführten Belemniten geben eine Formenmannigfaltigkeit wieder, die sehr einheitlich mit recht charakteristischen Kennzeichen ausgestattet ist. Trotzdem sind sie in der Literatur oft in sich widersprechender Weise in verschiedene Systeme eingeordnet. Alle auf Tafel IV abgebildeten Belemniten besitzen eine spindelförmige Jugendform. Die Herausbildung dieser Gestalt geht aus der Umwandlung der auf Tafel III dargestellten Formen hervor. Rechts auf Tafel IV sind kräftige und

massig gebaute Belemnitenrostren bezw. ihre Dünnschliffe angeordnet, auf der linken Seite stehen dagegen äußerst schlanke und keulenförmige Belemniten. Diese beiden extremen Gestaltungen sind durch kontinuierliche Übergänge miteinander von links nach rechts oder umgekehrt verbunden. Werden die Abbildungen der Dünnschliffe auf Tafel IV a von unten nach oben betrachtet, so zeigen sich zwei Hauptrichtungen der Formenumwandlung. Innerhalb der links von unten nach oben zur Darstellung gebrachten Belemniten bleibt die Stärke des Längenwachstums fast unverändert groß. Das Dickenwachstum beschränkt sich schließlich nur noch auf den Spitzenteil und bewirkt eine charakteristische Verschmälerung im proximalen Teil des Rostrums. Es finden sich alle Übergänge zwischen den noch nahezu zylindrischen und den rein keulenförmigen Gestalten. Auf der rechten Seite der Tafel werden die schlanken zylindrischen Formen immer massiger, und zwar durch ein verstärktes Dickenwachstum in einer zweiten Wachstumsphase. Zuerst entwickelt sich ein Jugendrostrum, das dem der Formen auf dem linken Teil der Tafel sehr nahe kommt. Es ist proximal nur nicht so lang gestreckt.

Die Spitzenfurchen sind bei den unten auf der Tafel wiedergegebenen Formen noch angedeutet, verschwinden dann aber bald in beiden Umwandlungsrichtungen. Die dorsolateralen seitlichen Abflachungen bleiben bei den auf der Tafel nach links angeordneten Rostren noch mehr oder weniger erhalten und verlieren sich nach den auf dem rechten Teil der Tafel befindlichen Formen mehr und mehr. Auf der Mitte der Tafel nehmen somit die Querschliffe zunächst einen rundlichen Charakter an, während sie links noch deutlich oval sind. Weiter nach rechts tritt an die Stelle der seitlichen Anflachungen sogar eine Seitenwölbung. Die hierher gehörigen Formen zeichnen sich durch das neue Merkmal der starken ventralen Abplattung aus. Eine weitere Formenveränderung von links nach rechts und von unten nach oben bildet die distale Abstumpfung. Allen Belemniten der Tafel ist eine gekrümmte Apikallinie eigen; sie besitzt an ihrem Ansatzpunkt hinter der Anfangsblase des Phragmocons einen ventralwärts gerichteten Verlauf und steigt dann in mehr oder weniger gekrümmtem Bogen dorsalwärts auf.

Etwas isoliert stehen die Belemniten der Abbildungen 148 bis 150. Diese clavatischen Formen unterscheiden sich von den gewöhnlichen durch den Aufbau in zwei formverschiedenen Phasen. In der ersten Phase werden die Anwachsschichten dieser drei Exemplare einheitlich aneinandergeordnet, so wie es auch bei den gewöhnlichen keulenförmigen Belemniten der Fall ist. Die neue zweite Wachstumsphase geht in einer ganz verschiedenen neuen Weise vor sich. Das Längenwachstum wird vollständig

unterbunden. Bei den Formen der Abb. 149 und 150 legen sich die neuen Schichten mantelartig um das langgestreckte Rostrum der ersten Phase. Ihre Mächtigkeit klingt zur Endspitze hin aus. Eine vollständig andersgeartete zweite Phase zeigt das Rostrum der Abb. 148. Das Längenwachstum wird auch hier plötzlich unterbrochen und die weitere Rostralbildung hüllt lediglich die Endspitze ein, indem die Anwachsschichten immer gewölbter und kürzer werden, bis eine Pistillform des Rostrum erreicht ist. Einen ähnlichen Wechsel im Aufbau zeigt der Längsschliff der Abb. 140. Die letzten Anwachsschichten gehen aber über die Endspitze hinaus und auch das Dickenwachstum reicht über größere Teile der Erstlingsformen hinaus.

Das Zahlenmaterial der Meßtabelle ergibt für die Formen auf der rechten Tafelseite ein von unten nach oben und von links nach rechts steigendes Verhältnis von Gesamthöhe zur Länge. Die Schliffzeichnung der Abb. 97 hat an der Anfangsblase des Phragmocons eine Gesamthöhe, die 18 Prozent der Länge ausmacht. Das prozentuale Verhältnis steigt, in der genannten Richtung vorgehend, bei den Formen der Abb. 109—112 auf 35 Prozent. Im Formenfeld der vermittelnden Belemniten (Abb. 88—96) erreicht das Verhältnis keine 20 Prozent und hat im Minimum nur 12 Prozent. Die überschlanken keulenförmigen Belemniten haben eine durchschnittliche Gesamthöhe, die unter 10 Prozent der Länge liegt. Die Formen der Abbildungen 149 und 150 kommen infolge des verstärkten Dickenwachstums in der zweiten Phase auf einen etwas höheren Verhältniswert. Bei den Belemniten, deren Phragmocon vorhanden ist, läßt sich die Abweichung der Apikallinie messen. Es ergibt sich ein großer Abweichungswinkel und ein stark gebogener Verlauf. Das Fehlen des Phragmocons stört aber nicht den zusammenhängenden Verlauf der Formenumwandlung.

Zum Schluß ist es mir ein Bedürfnis, meinen hochverehrten Lehrern zu danken. Für die Überlassung des Themas und das äußerst rege Interesse sowie Unterstützung bei der Gestaltung der Arbeit, gilt mein ergebenster Dank Herrn Dozenten Dr. K. Tripp.

Herrn Prof. Dr. R. Wedekind danke ich in erster Linie für die vielen sinnvollen und praktischen Anregungen.

Meßtabelle.

Abb. Nr.	Fundort	Länge u. Gesamthöhe in mm		Länge=100: z. Gesamthöhe	Phragmoconwinkel	Verlauf der Apikallinie	Rostrum-Endform	Rostrum-Anfangsform
1	Mühlhausen bei Schwenningen	10,4	8,6	100 : 82,7	30°	stark dorsalwärts geb.	konisch	konisch
2	Balingen	11,0	7,4	: 67,3	25,5°	gerade	„	„
3	Mühlhausen bei Schwenningen	19,2	9,9	: 51.6	24°	„	„	„
4	Hofstäften O.-A. Balingen	12,6	7,0	: 55,6	24°	„	„	„
5	Mühlhausen bei Schwenningen	9,2	5,0	: 54,3	25°	„	„	„
6	Ostdorf O. A. Balingen	20,4	9,4	: 46,1	27°	leicht ventralw. geb.	„	„
7	Mühlhausen bei Schwenningen	20,6	8,6	: 41,7	23°	stark vw. gebogen	„	„
8	Geislingen bei Balingen	12,2	5,2	: 42,6	32°	gerade	„	„
9	Erzingen O.-A. Balingen	21,0	9,8	: 46,7	28°	leicht gebogen	„	„
10	„	24,4	13,8	: 56,6	27,5°	stark vw. gebogen	„	„
11	„	13,8	4,8	: 34,8	33°	gerade	„	„
12	Reutlingen	31,8	10,6	: 33,3	35°	„	„	„
13	Erzingen O.-A. Balingen	27,0	9,6	: 35,6	28°	„	„	„
14	Balingen	18,8	8,2	: 43,6	26°	„	„	„
15	Erzingen	29,0	8,2	: 28,3	32°	stark vw. gebogen	„	„
16	„	31,8	8,3	: 26,1	28°	„	zylindr.	„
17	„	31,0	7,8	: 25,2	27°	gerade	leicht clavat.	„
18	„	31,2	7,8	: 25,0	33°	„	„	„
19	„	30,4	6,8	; 22,4	36°	leicht geb.	„	„
20	Steinhof bei Balingen	27,6	8,0	: 29,0	32°	stark vw. gebogen	„	„
21	Erzingen	27,0	7,0	: 25,9	32°	leicht geb.	„	„
22	„	43,0	9,6	: 22,3	31°	stark dw. gebogen	„	„
23	„	42,2	9,4	: 22,3	—	leicht geb.	zylindr.	zylindr.
24	Bebenhalde bei Rosenfeld	37,6	7,8	: 20,7	—	„	„	„
25	Erzingen	36,2	6,7	: 18,5	—	„	„	„
26	„	37,0	8,1	: 21,9	—	„	„	„
27	„	34,8	6,2	: 17,8	—	„	„	„

Gesamthöhe d. Jugendform v. 10 mm Länge	Spitzenfurchen	Seitenlinien	Rostral-Querschnitt vorn	Rostral-Querschnitt hinten	Verhältnis von Rückenhöhe = 100z.Bauchhöhe	Abweich. d. Apikallinie v. Bezugsachse	Ähnlichkeit mit Spezies
83 mm	keine	keine	rundlich	rundlich	100 : 87	9° dorsalwärts	B. acutus Miller
70 „	„	„	„	„	: 88	4° „	„
56 „	„	„	„	oval	: 100	4° „	„
56 „	„	„	„	rundlich	: 96	1° ventralw.	„
55 „	„	„	„	„	: 87	2,5° „	„
45 „	„	„	„	oval	: 107	3° „	„
40 „	„	„	„	„	: 91	0° „	„
46 „	„	angedeutet	oval	„	: 53	9° dorsalwärts	B. Engeli Werner
47 „	„	„	„	rundlich	: 52	13° „	„
63 „	„	deutlich	„	„	; 64	14,5° „	„
33 „	„	„	„	oval	: 70	3° „	B. Oppeli Mayer
37 „	„	„	„	„	: 58	7° „	„
36 „	„	„	„	„	: 66	9° „	B. penicillatus Phillips
39 „	„	keine	rundlich	rundlich	: 86	2° „	B. infundibulum Phillips
29 „	„	angedeutet	„	„	: 82	5° „	B. alveolatus Werner
40 „	„	„	„	„	: 69	3° „	„
39 „	„	deutlich	oval	oval	: 73	3° „	„
37 „	„	„	„	„	: 61	5° „	„
36 „	„	angedeutet	rundlich	rundlich	: 73	5° „	„
38 „	„	„	„	„	: 56	5° „	„
35 „	„	„	„	„	: 65	4° „	„
34 „	„	„	oval	oval-rundlich	: 71	5° „	„
33 „	„	„	„	oval	: 68	—	„
23 „	„	„	„	„	: 86	—	„
34 „	„	„	„	„	: 79	—	„
44 „	„	„	„	„	: 100	—	„
32 „	„	„	„	„	: 85	—	„

Abb. Nr.	Fundort	Länge u. Gesamthöhe in mm	Länge=100: Gesamthöhe	Phragmoconwinkel	Verlauf der Apikallinie	Rostrum-Endform	Rostrum-Anfangsform
28	Erzingen	6,3 6,4	100 : 101,6	30°	stark gebogen	konisch	konisch
29	„	3,9 5,6	: 144,0	32°	leicht gebogen	„	„
30	Schömberg	86,0 17,8	: 20,7	37°	gerade	paxillosisch	„
31	„	15,5 6,8	: 43,9	34°	„	„ kurz	„
32	Erzingen	18,6 7,8	: 41,9	28°	„	paxill. zylindr.	„
33	Geislingen O. A. Balingen	52,0 13,8	: 26,5	38°	„	paxill.	„
34	Balingen	52,2 15,5	: 29,7	35°	leicht vw. gebogen	„	„
35	Geislingen O. A. Balingen	22,7 8,8	: 38,8	31°	gerade	„ zylindr.	„
36	Balingen	31,4 10,8	: 34,4	34°	„	paxill.	„
37	Geislingen O. A. Balingen	43,0 16,8	: 39,1	28°	stark vw. gebogen	„	„
38	„	31,6 11,1	: 35,1	36°	geschwungen	„	„
39	Schömberg	49,8 13,6	: 27,3	31°	stark vw. gebogen	„	„
40	Geislingen O. A. Balingen	35,4 12,8	: 36,2	34°	gerade	„ kurz	„
41	„	33,5 13.6	: 40,6	35°	gebogen vw.	„	„
42	Schömberg	8,8 5,4	: 61,4	31°	„	„	„
43	Geislingen O. A. Balingen	16,6 8,4	: 50,6	33°	gerade	„	„
44	Schömberg	15,0 6,1	: 40,7	30°	„	„	„
45	„	41,8 12,6	: 30.1	29°	leicht gebogen	paxill. zylindr.	„
46	„	37,6 11,4	: 30,3	29°	„	„	„
47	„	51,6 12,7	: 24,6	26°	gerade	„	„
48	„	40,4 11,6	: 28,7	30°	„	„	„
49	Geislingen O. A. Balingen	51,4 15,4	: 30,0	34°	„	„	„
50	Schömberg	32,6 9,8	: 30,1	32°	vw. gebogen	„	„
51	Balingen	38,2 12,0	: 31,4	27°	gerade	„	„

Gesamthöhe d. Jugendform v. 10 mm Länge	Spitzenfurchen	Seitenlinien	Rostral-Querschnitt vorn	Rostral-Querschnitt hinten	Verhältnis von Rückenhöhe = 100 z. Bauchhöhe	Abweich. d. Apikallinie v. Bezugsachse	Ähnlichkeit mit Spezies
101,6 mm	keine	angedeutet	rundlich	oval	100 : 56	8° dorsalwärts	B. excavat. Philipps
144 „	„	keine	„	rundlich	: 53	21° „	B. Calcar. Phillips
48 „	deutlich	deutlich	„	hochoval 3teilig	: 69	6° „	B. paxillosus Schlotheim
42 „	keine	keine	„	rundlich	: 66	8° „	„
43 „	deutlich	angedeutet	„	hochoval 3teilig	: 73	6° „	„
49 „	„	„	„	„	: 57	10° „	„
50 „	angedeutet	„	„	„	: 54	10° „	„
50 „	„	„	„	oval	: 60	8° „	„
52 „	verdeckt	verdeckt	„	rundlich	: 57	7,5° „	B. rugulatus Quenstedt
50 „	angedeutet	„	„	hochoval	: 75	6° „	B. paxillosus Schlotheim
54 „	deutlich	deutlich	oval	„	: 57	7° „	B. ridgensis Lang
51 „	angedeutet	angedeutet	rundlich	„	: 51	9° „	B. armatus Dumortier
56 „	„	keine	„	oval	: 57	12° „	„
54 „	verdeckt	verdeckt	„	hochoval	: 63	10° „	„
60 „	„	keine	„	oval	: 80	6° „	„
54 „	keine	angedeutet	„	„	: 51	12° „	„
45 „	deutlich	,	„	hochoval 3teilig	: 77	2° „	B. paxillosus Schlotheim
46 „	„	deutlich	„	oval	: 82	4° „	B. ima Lang
48 „	„	angedeutet	„	hochoval 3teilig	: 88	3° „	B. paxillosus Schlotheim
50 „	„	deutlich	„	„	: 70	5° „	B. ima Lang
46 „	„	angedeutet	„	„	: 87	4° „	B. argillar. Lang
57 „	„	„	„	„	: 64	6° „	B. stonebarroensis Lang
50 „	angedeutet	„	„	oval	: 76	5° „	B. paxillosus Schlotheim
46 „	deutlich	deutlich	„	hochoval 3teilig	: 71	5° „	„

Abb. Nr.	Fundort	Länge u. Gesamthöhe in mm	Länge=100: Gesamthöhe	Phragmoconwinkel	Verlauf der Apikallinie	Rostrum-Endform	Rostrum-Anfangsform
52	Schömberg	25,5 9,8	100 : 38.5	30°	gerade	paxill, zylindr.	konisch
53	„	29,6 10,3	: 34,8	30°	„	„	„
54	„	17,6 9,6	: 54,5	31°	„	paxill. kurz	„
55	„	17,9 10,4	: 58,1	31°	„	paxill. zylindr. kurz	„
56	Balingen	23,2 12,4	: 53,4	27°	„	paxill. kurz	„
57	Schömberg	90,0 17.4	: 19,3	34°	leicht gebogen	paxill. zylindr.	„
58	„	69,2 11,1	: 16,0	30°	gebogen	„	„
59	„	84,8 11,2	: 13,2	—	leicht gebogen	„	„
60	„	110,0 13,5	: 12,3	34°	stark gebogen	„	„
61	„	43,4 9,2	: 21,2	31°	gerade	paxill.	„
62	„	38,4 9,4	: 24,5	35°	„	„	„
63	„	26,0 7,4	: 28,5	32°	„	„	„
64	„	38,0 9,9	: 26,1	30°	„	„	„
65	„	40,4 8,6	: 21,3	32°	„	„	„
66	„	37,4 9,4	; 25,1	30°	„	„	„
67	„	63,3 9,1	: 14,4	30°	leicht gebogen	paxill. zylindr.	„
68	„	63 1 9,9	: 15,7	36°	„	„	„
69	„	41,5 8,0	: 19,3	34°	gerade	paxill. leicht clavat.	„
70	„	56,0 9,7	: 17,3	31°	leicht gebogen	„	„
71	„	60,2 9,0	: 15.0	31°	stark gebogen	„	„
72	„	56,0 8,4	: 15,0	32°	gerade	„	„
73	„	29,2 5,6	: 19,2	35°	vw. gebogen	„	„
74	„	24,7 4,3	: 17,4	29°	gerade	„	„
75	„	56,0 9,3	: 16 6	29°	stark dorsalw. gebg.	„	„

Gesamthöhe d. Jugendform v. 10 mm Länge	Spitzenfurchen	Seitenlinien	Rostral-Querschnitt vorn	Rostral-Querschnitt hinten	Verhältnis von Rückenhöhe = 100 z. Bauchhöhe	Abweich. d. Apikallinie v. Bezugsachse	Ähnlichkeit mit Spezies
50 mm	angedeutet	deutlich	rundlich	hochoval 3teilig	100 : 88	2° dw.	B. raphael Lang
52 „	keine	angedeutet	„	hochoval	: 87	5° „	B. pax. Schlotheim krz. Varietät
63 „	„	keine	„	rundlich	: 109	0° „	B. uriel Lang
75 „	angedeutet	„	„	„	: 108	0° „	B. michael Lang
50 „	keine	angedeutet	„	„	: 84	4° „	B. Zieteni Werner
47 „	deutlich	deutlich	hochoval	hochoval 3teilig	: 81	5° „	B paxillos. Schlotheim
39 „	„	angedeutet	„	„	: 83	4,5° „	B. elongatus Miller
—	angedeutet	„	quadr.-rund	oval	: 78	—	B. dayi Lang
41 „	deutlich	deutlich	rundlich	hochoval	: 68	8° „	B. apicicurvatus Blainville
40 „	angedeutet	angedeutet	„	hochoval 3teilig	: 74	5° „	Jugendform von Abb. 60
46 „	„	„	„	„	: 77	5° „	„
44 „	„	keine	„	„	: 76	5° „	Übergangsform
46 „	„	angedeutet	quadr.-rund	hochoval	: 75	5° „	„
39 „	„	deutlich	hochoval	„	: 72	9° „	„
44 „	„	angeoeutet	rundlich	„	: 75	8° „	„
40 „	—	deutlich	„	„	: 80	3° „	„
36 „	deutlich	angedeutet	oval	hochoval 3teilig	: 69	8° „	B. apicicurvatus Blainville
39 „	angedeutet	„	rundlich	hochoval	: 78	4° „	„
38 „	deutlich	deutlich	„	„	: 62	7° „	„
37 „	„	angedeutet	„	„	: 67	5° „	„
37 „	„	deutlich	„	„	: 73	3,5° „	Übergangsform
37 „	angedeutet	angedeutet	„	oval	: 75	4° „	„
25 „	„	„	„	rundlich	: 120	0° „	„
28 „	deutlich	deutlich	oval	hochoval	: 79	3° „	B. virgatus Mayer

Abb. Nr.	Fundort	Länge u. Gesamthöhe in mm		Länge=100: Gesamthöhe	Phragmoconwinkel	Verlauf der Apikallinie	Rostrum- Endform	Rostrum- Anfangsform
76	Schömberg	46,3	7,5	100 : 16,2	25°	leicht dorsalw. gebg.	pax., leicht clavat.	konisch
77	„	23,8	4,8	: 20,2	30°	leicht gebogen	„	zylindr.
78	„	67,0	10,4	: 15,5	—	„	„	„
79	Bebenhalde bei Balingen	44,2	6,2	: 14,0	—	„	„	„
80	Schömberg	49,4	6,4	: 13,0	—	„	„	„
81	„	29,0	4,2	: 14,5	—	gerade	„	„
82	„	42,2	7,3	: 17,3	—	leicht gebogen	„	„
83	„	48,2	6,8	: 14,1	—	stark gebogen	„	„
84	„	27,8	3,4	: 12,2	30°	gerade	„	„
85	„	38,6	6,4	: 16,6	28°	leicht gebogen	„	spindelförmig
86	„	38,8	6,3	: 16,2	25°	„	„	„
87	„	21,2	5,0	: 23,6	27°	gerade	„	„
88	„	53,8	8,2	: 15,2	37°	stark dorsalw. gebg.	paxill., schlank l.clavat.	„
89	„	42,0	7,3	: 17,4	29°	„	paxill., clavat	„
90	Balingen	19,4	3,7	: 19,1	27,5°	„	„	„
91	Schömberg	46,8	6,7	: 14,3	34°	„	„	„
92	Isingen	37,6	6,0	: 16,0	30°	„	„	„
93	Schömberg	39,2	6,4	: 16,3	32°	„	„	„
94	„	31,4	4,7	: 15,0	29°	„	„	„
95	„	39,0	5,7	: 14,6	34°	„	„	„
96	Erzingen O. A. Balingen	44,6	5,2	: 11,7	—	leicht gebogen	clavat, paxill.	„
97	Schömberg	58,4	10,4	: 17,8	37°	stark dorsal. gebg.	„	„
98	„	46,0	10,1	: 22,0	23°	„	paxill. stumpf	„
99	„	45,2	8,4	: 18,5	—	gebogen	paxill. stumpf l.clavat,	„

Gesamthöhe d. Jugendform v. 10 mm Länge		Spitzenfurchen	Seitenlinien	Rostral-Querschnitt vorn	Rostral-Querschnitt hinten	Verhältnis von Rückenhöhe = 100 z. Bauchhöhe	Abweich. d. Apikallinie v. Bezugsachse	Ähnlichkeit mit Spezies
28	%	deutlich	deutlich	oval	hochoval	100 : 95	2° dw.	B. virgatus Mayer
26	„	angedeutet	angedeutet	rundlich	rundlich	: 78	3° dw.	„
23	„	keine	„	„	„	: 104	—	„
14	„	angedeutet	„	„	„	: 100	—	„
13	„	„	„	hochoval	hochoval	: 68	—	„
25	„	„	„	oval	oval	: 91	—	„
20	„	deutlich	„	„	„	: 92	—	„
16	„	angedeutet	„	„	„	: 79	—	Uebergangsform
16	„	keine	keine	hochoval	rundlich	: 100	2° vw.	„
26	„	angedeutet	angedeutet	„	oval	: 113	2° „	„
26	„	„	„	„	„	: 107	4° dw.	„
23	„	keine	keine	rundlich	rundlich	: 100	4° „	„
16	„	deutlich	deutlich	oval, ventral abgeplattet	„	: 71	9° „	B. virgatus Mayer
17	„	keine	angedeutet	rundlich, ventral abgeplattet	rundlich-ventr. abgeplattet	: 77	8° „	„
21	„	deutlich	„	rundlich	rundlich	: 81	5° „	„
14	„	keine	deutlich	„	„	: 66	7° „	B. arundineus Lang
15	„	„	angedeutet	„	„	: 88	9° „	B. charmouthensis Mayer
13	„	„	keine	„	„	: 81	6° „	„
16	„	„	angedeutet	„	„	: 74	7° „	„
14	„	„	keine	„	„	: 90	7° „	„
—	„	„	deutlich	„	„	: 29	—	Bel. spadixari Simpson
16	„	deutlich	„	abgeplattet elliptisch	„	: 70	8° „	B. fusteolus Simpson
13	„	keine	„	ventral abgeplattet	ventral abgeplattet	: 82	6° „	B. umbilicat. Blainville
18	„	„	angedeutet	„	„	: 75	—	B. subdepressus Voltz

Abb. Nr.	Fundort	Länge u. Gesamthöhe in mm		Länge=100: Gesamthöhe	Phragmoconwinkel	Verlauf der Apikallinie	Rostrum- Endform	Rostrum- Anfangsform
100	Schömberg	39,3	7,3	100 : 17,0	—	gebogen	paxill., stumpf	spindelförmig
101	„	47,0	10,1	: 21,5	—	„	l. clavat paxill., langsp.	„
102	„	45,5	8,4	: 18,5	30°	stark dorsalw. gebogen	l. clavat „	„
103	„	40,5	6,9	: 17,0	—	„	paxill., kurz. sp.	„
104	„	40,2	10,8	: 26,9	29°	„	l. clavat paxill. plump.	„
105	Balingen	37,2	8,2	: 22,0	29°	„	paxill. spitz	„
106	Schömberg	44,2	11,7	: 26,5	26°	sehr stark dw. gebog.	l. clavat paxill., plump.	„
107	Balingen	36,4	8,1	: 22,3	30°	stark dw. gebogen	pax. spitz	„
108	„	30,8	8,6	: 27,9	—	„	l.clavat. paxill. stumpf.	„
109	Erzingen	32,3	11,2	: 34,7	29°	„	paxill. plump.	„
110	Balingen	32,3	10,0	: 32,2	—	„	m.Spitz. paxill. plump	„
111	Schömberg	43,8	11,6	: 26,5	—	ventralw. stark gebg.	stumpf paxill. plump.	„
112	Balingen	45,5	14,5	: 31,9	—	„	„	„
113	Erzingen	33,0	4,2	: 12,7	—	„	paxill. l. clavat	„
114	„	31,0	3,4	: 11,0	—	„	stumpf „	„
115	„	28,0	4,6	: 16,4	—	„	clavat. stumpf	„
116	Schömberg	35,3	4,4	: 12,5	—	„	schlank clavat	„
117	„	37,6	3,6	: 9,6	—	„	„	„
118	„	41,0	3,2	: 7,8	—	„	„	„
119	„	37,2	3,2	: 8,6	—	„	„	„
120	„	36,8	3,3	: 9,0	—	„	„	„
121	„	29,0	3,2	: 10,7	—	„	„	„
122	„	32,7	3,2	: 9,8	—	„	„	„
123	„	33,3	3,4	: 10,2	—	„	„	„

Gesamthöhe d. Jugendform v. 10 mm Länge	Spitzenfurchen	Seitenlinien	Rostral-Querschnitt vorn	Rostral-Querschnitt hinten	Verhältnis von Rückenhöhe = 100 z. Bauchhöhe	Abweich. d. Apikallinie v. Bezugsachse	Ähnlichkeit mit Spezies
18 %	keine	keine	rundlich	rundlich	100 : 57	—	Uebergangsform
18 „	„	„	ventral abgeplattet	ventral abgeplattet	: 75	—	B, subdepressus Voltz
12 „	„	deutlich	„	„	: 69	4° dw.	B. umbilicatus Blainville
— „	„	angedeutet	rundlich	rundlich	: 52	—	Uebergangsform
22 „	„	keine	ventral abgeplattet	ventral abgeplattet	: 66	9° dw.	B. ventroplanus Voltz
18 „	„	„	rundlich	„	: 67	7° „	B. umbilicatus Blainville
10 „	„	„	„	„	: 87	6° „	B. ventroplanus Voltz
16 „	„	„	„	rundl. leicht ventral abgeplattet	: 86	4° „	B. umbilicatus Blainville
— „	„	„	„	rundlich	: 78	—	Uebergangsform
24 „	„	„	rdl.-leicht ventral abgeplattet	„	: 72	6° „	„
— „	„	„	rundlich	„	: 67	—	„
nicht meßbar	„	„	rdl., leicht abgeplattet	rdl., leicht abgeplattet	: 63	nicht meßbar	„
„	angedeutet	deutlich	„	rundlich	: 60	„	„
„	keine	„	oval	„	: 56	„	B. charmouthensis Mayer
„	„	„	„	„	: 48	„	„
„	„	keine	rundlich	„	: 44	„	B. fustiformis Lang
„	„	angedeutet	rundlich-oval	„	: 76	„	B.scabrosus Phillips
12 %	„	„	rundlich	„	: 80	„	B. longissimus Miller
nicht meßbar	„	deutlich	oval	„	: 52	„	B. junceus Phillips
„	„	„	„	„	: 45	„	Hastites stonebarroensis Lang
„	„	angedeutet	„	„	: 57	„	„
„	„	keine	rundlich	„	: 65	„	Uebergangsform
„	„	deutlich	oval	„	: 52	„	„
„	„	„	„	„	: 56	„	„

Abb. Nr.	Fundort	Länge u. Gesamthöhe in mm		Länge=100: Gesamthöhe	Phragmoconwinkel	Verlauf der Apikallinie	Rostrum- Endform	Rostrum- Anfangsform
124	Schömberg	33,1	2,8	100 : 8,5	—	ventralw. stark gebg.	schlank clavat.	spindelförmig
125	„	32,8	2,3	: 7,0	—	„	„	„
126	„	34,6	2,9	: 8,4	—	„	„	„
127	„	35,1	2,3	: 6,6	—	„	„	„
128	„	37,4	3,3	: 8,9	—	„	„	„
129	„	34,2	2,0	: 5,8	—	„	„	„
130	„	37,1	1,7	: 4,6	—	„	„	„
131	Erzingen	36,7	2,1	: 5,7	—	„	„	„
132	Schömberg	41,6	2,4	: 5,8	—	„	„	„
133	„	34,8	2,1	: 6,0	—	„	„	„
134	„	26,0	2,8	: 10,8	—	„	„	„
135	„	34,2	2,4	: 7,0	—	„	„	„
136	Geislingen O. A. Balingen	26,6	2,6	: 9,8	—	„	„	„
137	Schömberg	28,9	2,1	: 7,3	—	„	„	„
138	Erzingen O. A. Balingen	23,8	3,1	: 13,0	—	„	clavat. Spitze rund	„
139	Schömberg	19,2	3,4	: 17,7	—	„	„	„
140	„	18,8	4,0	: 21,3	—	„	„	„
141	„	33,8	1,7	: 5,0	—	„	schlank clavat.	„
142	Geislingen O. A. Balfingen	32,0	2,6	: 8,1	—	„	„	„
143	Schömberg	26,7	2,2	: 8,2	—	„	„	„
144	„	27,0	1,8	: 6,7	—	„	„	„
145	„	28,5	1,7	: 6,0	—	„	„	„
146	Geislingen O. A. Balingen	25,2	1,5	: 6,0	—	„	„	„
147	„	26,8	1,8	: 6,7	—	„	„	„
148	Schömberg	24,2	1,7	: 7,0	—	„	„Spitze kugelig	„
149	Erzingen	30,2	3,9	: 12,9	—	„	schlank clavat.	„
150	Schömberg	29,4	4,3	: 14,6	—	„	„	„

Gesamthöhe d. Jugendform v. 10 mm Länge	Spitzenfurchen	Seitenlinien	Rostral-Querschnitt vorn	Rostral-Querschnitt hinten	Verhältnis von Rückenhöhe = 100 z. Bauchhöhe	Abweich. d. Apikalinie v. Bezugsachse	Ähnlichkeit mit Spezies
nicht meßbar	keine	angedeutet	rundlich	rundlich	100 : 59	nicht meßbar	Bel. clavat. Schlotheim
"	"	keine	"	"	: 69	"	"
"	"	angedeutet	"	"	: 56	"	"
"	"	"	"	"	: 83	"	"
"	"	"	"	"	: 56	"	"
"	"	keine	"	"	: 60	"	"
"	"	angedeutet	"	"	: 45	"	"
"	"	"	"	"	: 78	"	"
"	"	"	"	"	: 60	"	"
"	"	"	"	"	: 43	"	"
"	"	keine	"	"	: 75	"	"
"	"	angedeutet	"	"	: 83	"	"
"	"	"	"	"	: 67	"	"
"	"	keine	"	"	: 80	"	"
"	"	angedeutet	"	"	: 36	"	Uebergangsform
"	"	keine	"	"	: 70	"	"
"	"	"	"	"	: 90	"	"
"	"	"	"	"	: 100	"	Bel. clavat. Schlotheim
"	"	"	"	"	: 73	"	"
"	"	"	"	"	: 92	"	"
"	"	"	"	"	: 71	"	"
"	"	"	"	"	: 100	"	"
"	"	"	"	"	: 100	"	"
"	"	"	"	"	: 80	"	"
"	"	"	"	"	: 100	"	bisher unbekannt
"	"	deutlich	hochoval	rund	: 82	"	"
"	"	"	oval	"	: 115	"	"

Literaturverzeichnis.

Abel, O.: Paläobiologie der Cephalopoden aus der Gruppe der Dibranchiaten. Jena 1916.

Agassiz, A.: Über Belemniten. Leonhard und Bronns Jahrbuch f. Mineralogie, 1835.

Agricola: De Natura Fossilium. Lib. V p. 611 (1494—1555).

Appellöf, A.: Die Schalen von Sepia, Spirula und Nautilus. Kgl. Svenska Vet.-Ak. Handl. Bd. 25. Stockholm 1893.

Bayle, E.: Explication de la carte géologique de la France. Bd. IV. Paris 1878.

Blainville, H.: Manuel de Malacologie et Conchyliologie. Paris 1825—27.

Blaiville, H.: Mémoire sur les Bélemnites. Paris 1827.

Blake: Monograph of British Cephalopoda. Part I. London 1882.

Böhm, G.: Neues aus dem Indo-Australischen Archipel. N. Jahrb. f. Min. etc., Beilage Bd. 22 (1906).

Breynius, J.: Dissertato, ... de Polythalamis. 1732.

Brinkmann, R.: Statistisch-biostratigraphische Untersuchungen an mitteljurassischen Ammoniten. Abh. Ges. d. Wiss. Göttingen. Berlin 1929.

Brock, J.: Versuch einer Phylogenie der dibranchiaten Cephalopoden. Morph. Jahrb. Bd. VI. 1880.

Buckland, Q.: On the discovery of an new species of Pterodactyle and ... of a black substance resembling sepia. ... in the Lias ... Geol. Soc. London 1829.

Buckland, W.: Bemerkungen über das Genus Belemnosepia und über den fossilen Tintensack in dem vorderen Kegel der Belemniten. Neues Jahrb. f. Min. usw. 1836.

v. Bülow, E.: Orthoceren und Belemnitiden aus der Trias von Timor. Stuttgart und Berlin 1915.

Crick, G.: On the Proostracum of a Belemnite from the upper Lias of Alderton, Gloucestershire. Proc. Mal. Soc. Vol. I, II. London 1896.

Crick, G.: On the arms of the Belemnite. Ebenda Vol. VII. London 1907.

Cuvier, G.: Sur des os de Sèches fossiles. Ann. Sc. Nat. (Bd. II). Paris 1824.

Douvillé, H.: Phylogenie des Belemitides. Bull. Soc. géol. de France, XX. 1892.

Dumortier, E.: Etudes paléontologiques sur les depôts jurassiques du Bassin du Rhône. Paris 1869.

Christensen, E.: Neue Beiträge zum Bau der Belemniten. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil. Bd. 51. Stuttgart 1925.

Ehrhardt, D.: De Belemnitis Suevicis dissertatio, qua in primis in obscuri hactenus fossilis naturam inquiritur. Leyden 1724.

Frirén, P.: Quelques mots sur une Bélemnite du Lias moyen. Bull. Soc. Hist. Nat. Moselle, Vol. 12. Metz 1868.

Gmelin, J. F.: Linnéi Systema naturae etc. Lipsiae 1788—93.

Grandjean, F.: Le siphon des Ammonites et des Bélemnites. Bull. Soc. géol. de France. X. 1910.

Hoernes, R.: Zur Ontogenie und Phylogenie der Cephalopoden. Jahrb. d. Kaiserl. Kgl. Geol. Reichsanstalt. Bd. 53. Wien 1903.

Huxley, T.: On the structure of Belemnitidae with a description of more complete specimen of Belemnites than any hitherto known. Mem. Geol. Surv. Monogr. II. London 1864.

Klein, J. T.: Descriptiones Tubulorum Marinorum. .... 1731.

Lang, W. D.: The Belemnite-Marls of Charmouth, a series in the Lias of the Dorset-Coast. Quart. Journ. Geol. Soc. Bd. 84, 2. London 1928.

Lissajous, M.: Jura Mâconnais. Fossiles caractéristiques. Bull. Soc. Hist. Nat. III. Mâcon 1912.

Lissajous, M.: Quelques remarques sur les Bélemnites jurassiques. Ebenda IV. Mâcon 1915.

Lissajous, M.: Répertoire alphabétique des Bélemnites jurassiques. 1925.

Lister, M.: Historia animalicum. Londini 1678.

Mantell, G. A.: Observations on some Belemnites and other fossil remains of Cephalopoda .... Philos. Transct. London 1848.

Mayer-Eymar, K.: Liste par ordre systématique des Bélemnites des terrains jurassiques. Journ. de Conch. XI. 1863.

Mayer-Eymar, K.: Grundzüge der Klassifikation der Belemniten. Zeitschrift der Deutsch. Geol. Gesellsch. 35. Berlin 1883.

Meyer, H. v.: Palaeologica, zur Geschichte der Erde und ihrer Geschöpfe. Frankfurt a. M. 1832.

Miller, J. S.: Observations on Belemnites. Trans. Geol. Soc. London 1826.

Neumayr, M.: Über neuere Versteinerungsfunde auf Madagaskar. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1890.

Münster, S.: Bemerkungen zur näheren Kenntnis der Belemniten. Bayreuth 1830.

Naef, A.: Die fossilen Tintenfische. Jena 1922.

Naef, A.: Über Bau und Entwicklung des Belemnitenrostrums. Ecl. Geol. Hev. 16. Zürich 1922.

Oppel, A.: Die Juraformation Englands, Frankreichs ... Stuttgart 1856—58.

D'Orbigny, A.: Histoire naturelle, générale et particulière des Céphalopodes acétabulifères ... Paris 1839.

Owen, R.: A description of certain Belemnites, preserved with a great portion of their soft parts on the Oxford clay Philos. Trans. London 1844.

Pavlow: Bélemnites de Speeton. Bull. Soc. Impèr. Nat. de Moscou. 1891—92.

Pavlow: Les Céphalopodes du Jura et du Crétacé inférieur de la Sibérie septentrionale. Mém. Ac. Sc. St. Petersbourg 1913.

Phillips, J.: Geology of Yorkshire. 1835.

Phillips, J.: A Monograph of the British Belemnitidae. Pal. Soc. London 1865—70.

Prell, H.: Über die Armzahl der Belemniten. Centralbl. f. Min. etc. 1922.

Quenstedt, F. A.: Cephalopoden. Tübingen 1846—49.

Quenstedt, F. A.: Der Jura. Tübingen 1858.

v. Schloth eim, F.: Die Petrefaktenkunde auf ihrem jetzigen Standpunkte. Gotha 1920.

Simpson, M.: The Fossils of the Yorkshire Lias. London, 2. Aufl. 1884.

Steinmann, G.: Zur Phylogenie der Belemnoidea. Ztschr. f. indukt. Abstammungs- und Vererbungslehre. Bd. IV. 1910.

Stolley, E.: Beiträge zur Kenntnis der Cephalopoden der norddeutschen Unteren Kreide. I. und II. Teil. Geol. Pal. Abh. N. F., Bd. X 1911, Bd. XXIV 1924.

Stolley, E.: Die Systematik der Belemniten. 11. Jahresbericht Niedersächs. Geol. Ver. Hannover 1919.

Stahl: Übersicht über die Versteinerungen Württembergs .... Corr.-Blatt Württ. land. Ver. Bd. 6, 1824.

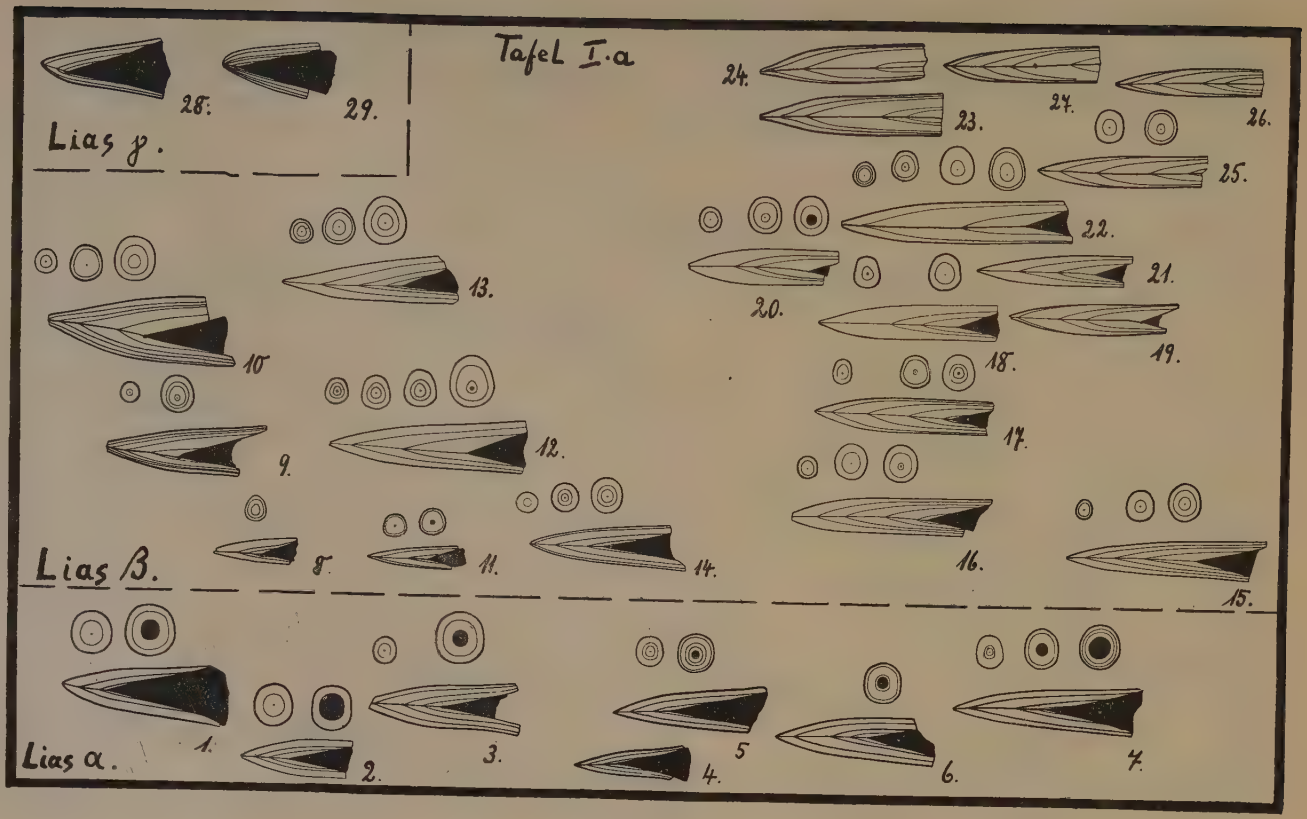
Voltz, P.: Observation sur les Bélemnites. Mém. Soc. Mus. Hist. Nat. Straßbourg I. Paris 1830.

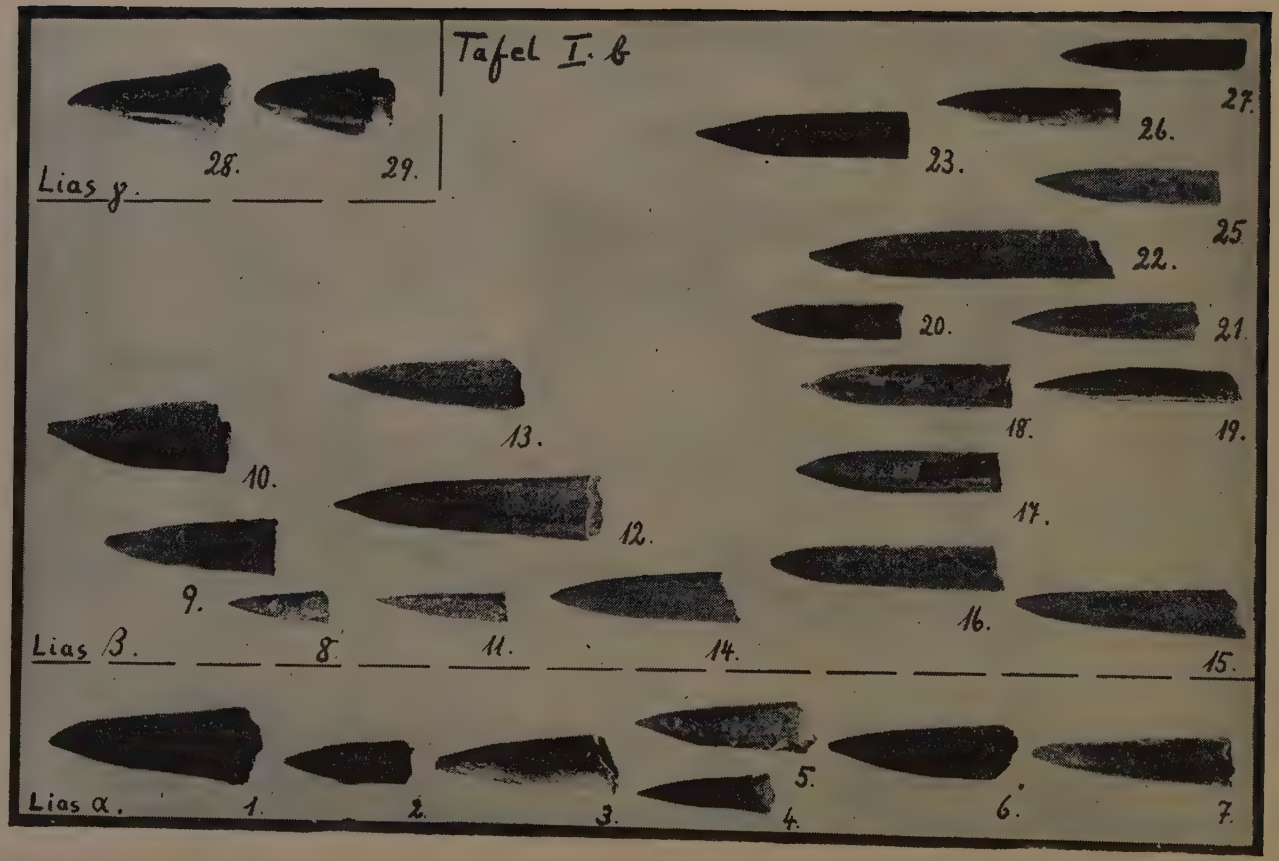
Werner, E.: Über die Belemniten des Schwäbischen Lias. Palaeontographica, Bd. 59, 1912.

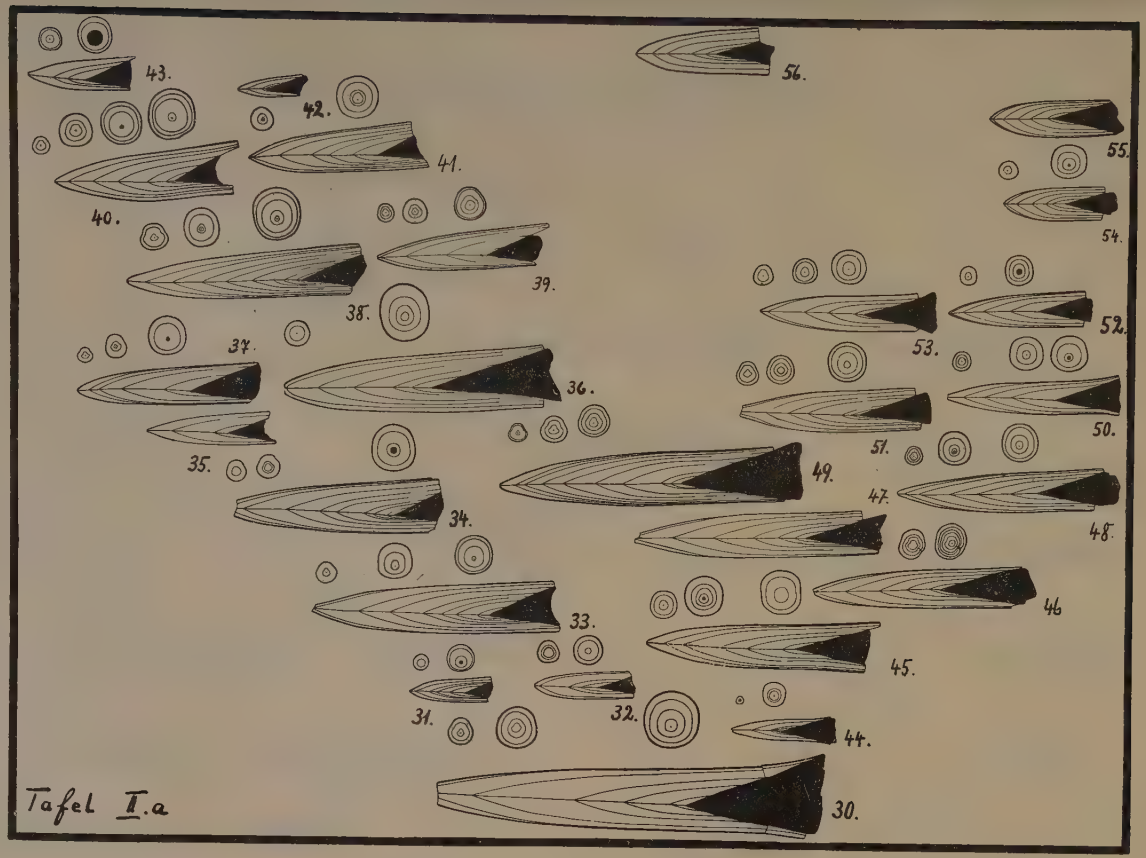
Wilckens, O.: Stammgarben. Ztschr. f. indukt. Abst.- und Vererbungslehre, Bd. XX, 1919.

v. Zieten, C. H.: Die Versteinerungen Württembergs. Stuttgart 1830.

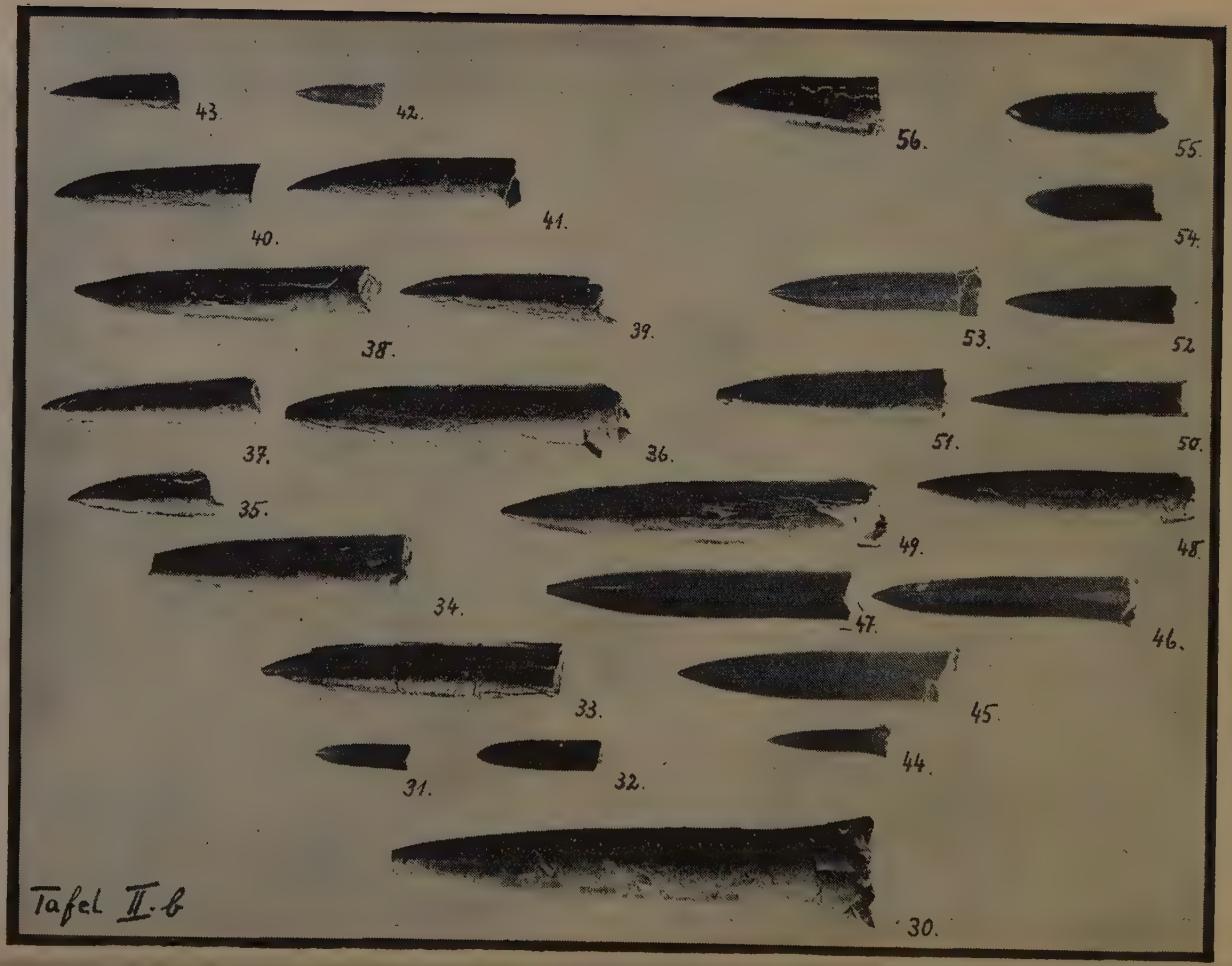
v. Zittel, K. A.: Grundzüge der Paläontologie. I. Invertebrata. 6. Aufl. von F. Broili. München u. Berlin 1924.


Tafel I.a
Lias γ.
Lias β.
Lias α.
1.
2.
3.
4.
5
6.
7.
8.
9.
10
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.

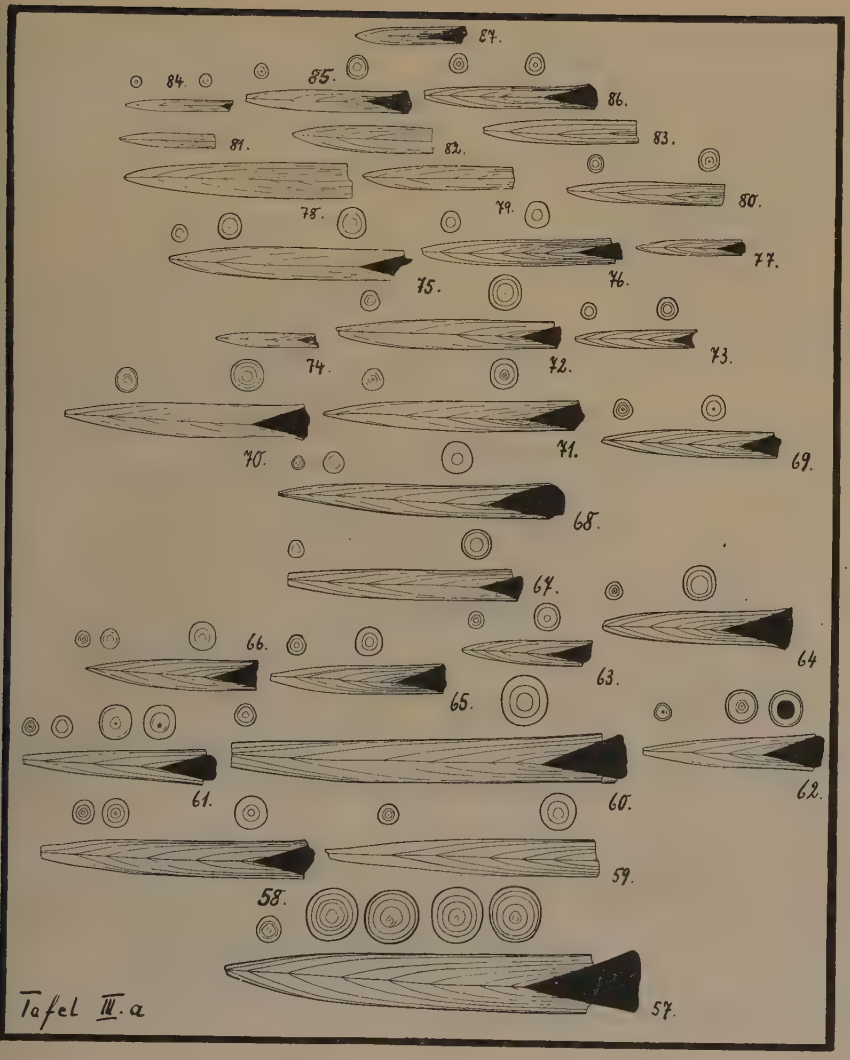

Tafel I. b
Lias γ.
28.
29.
Lias β.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
25.
26.
27.
Lias α.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.


43.
42.
41.
40.
39.
38.
37.
36.
35.
34.
33.
31.
32.
30.
56.
55.
54.
53.
52.
51.
50.
49.
47.
48.
46
45.
44.

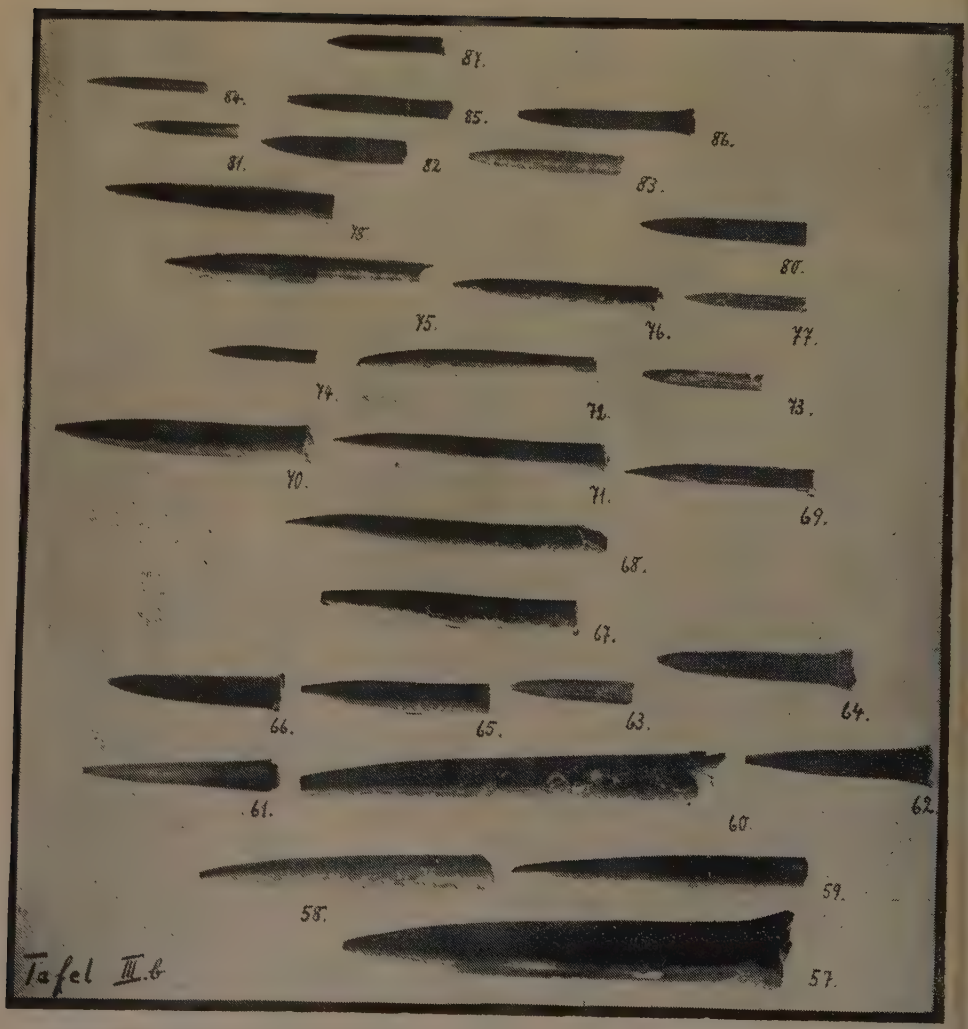
Tafel I.a

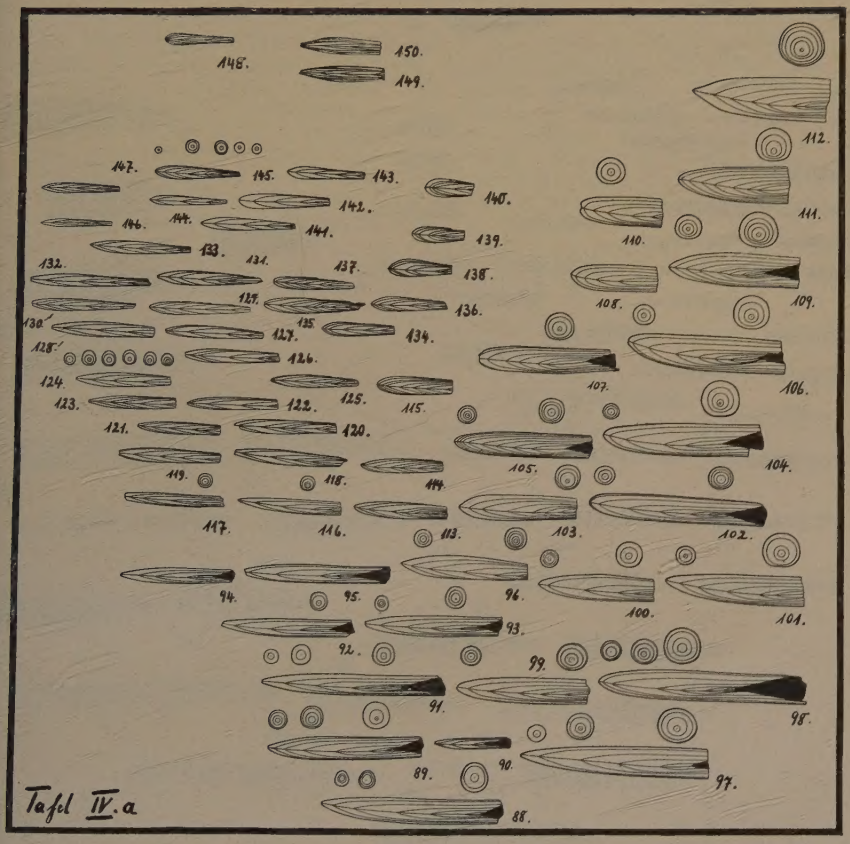

43.
42.
56.
55.
40.
41.
54.
38.
39.
53.
52.
37.
36.
51.
50.
35.
49.
48.
34.
47.
46.
33.
45.
44.
31.
32.
30.

Tafel II. b


87.
84.
85.
86.
81.
82.
83.
78.
79.
80.
75.
76.
77.
74.
72.
73.
70.
71.
69.
68.
67.
66.
64
63.
65.
61.
60.
62.
58.
59.
57.

Tafel III. a


81.
84.
85.
86.
81.
82
83.
78
80.
75.
76.
77.
74.
79.
73.
70.
71.
69.
68.
67.
66.
65.
63.
64.
61.
60
62
58.
59.
57.
Tafel III.6


148.
150.
149.
112.
147.
145.
143.
140.
111.
142.
146.
144.
141.
139.
110.
133.
132.
131.
137.
138.
108.
109.
127.
136.
130.
135.
128.
127.
134.
126.
107.
106.
124.
123.
122.
125.
115.
121.
120.
105.
104.
119.
118.
114.
117.
116.
113.
103.
102.
94.
95.
96.
100.
101.
93.
92.
99.
91.
98.
89.
90.
97.
88.

Tafel IV. a

148.
150.
149.
145.
143.
147.
142.
144.
140.
146.
141.
139.
133.
132.
131.
112.
130.
138.
129.
137.
111.
128.
127.
135.
136.
110.
126.
134.
124.
109.
125.
122.
123.
115.
121.
120.
106.
119.
118.
114.
105.
104.
117.
116.
113.
103.
102.
94.
95.
100.
101.
92.
93.
91.
99.
98.
89.
90.
97.
88.

Tafel IV. b

Lebenslauf.

Ich, Benjamin Burlon, bin am 7. April 1910 als Sohn des Terrazzolegers Raimondo Burlon und dessen Ehefrau Anna, geb. Zanin, zu Camino di Codroipo in Italien geboren. Ich besitze die deutsche Staatsangehörigkeit und bin römisch-katholischer Konfession. — In meinem ersten Lebensjahre kam ich mit meinen Eltern nach Darmstadt und drei Jahre später nach Marburg a. d. Lahn. Nach vierjährigem Besuch der Volksschule trat ich Ostern 1920 in die Adolf-Hitler-Schule (Abt. Oberrealschule) in Marburg ein. Ostern 1929 verließ ich die Schule mit dem Zeugnis der Reife, um mich naturwissenschaftlichen Studien zu widmen.

Ich war immatrikuliert: an der Philipps-Universität Marburg vom SS. 1929 bis SS. 1931 und vom SS. 1932 bis SS. 1935; an der Albert Ludwigs-Universität Freiburg i. Br. im WS. 1931/32.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Dozenten:

Boeminghaus, Buchgeister, Duras, Eimer, Grüneisen, Hasse, Hensel, von Hevesy, Hildebrand, Jaeck, Jaensch, Krafft, Mager, Mattes, Meerwein, Mortensen, Pfannenstiel, Reiff, Schultze Jena, Schwantke, Staudinger, Strecker, Thiel, Tripp, Ubbelohde-Doering, Wedekind, Weigel, Zintl.

Ihnen allen bin ich zu herzlichstem Danke verpflichtet.